



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA

**RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU – REGIÃO METROPOLITANA DE
FORTALEZA/CE: subsídios ao Planejamento Ambiental**

FORTALEZA-CE
2010

JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA

**RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU – REGIÃO METROPOLITANA DE
FORTALEZA/CE: subsídios ao Planejamento Ambiental**

Dissertação apresentada à coordenação do Mestrado Acadêmico em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia.
Área de concentração: Análise Geoambiental Integrada e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento.

FORTALEZA-CE
2010

L732r Lima, José Auricélio Gois

Relação sociedade/natureza e degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do rio Coaçu – Região Metropolitana de Fortaleza/CE: subsídios ao planejamento ambiental / José Auricelio Gois Lima - Fortaleza, 2010.

229p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento.

Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

1. Relação sociedade/natureza. 2. Bacia Hidrográfica. 3. Degradação ambiental. 4. Sistemas ambientais. I. Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

CDD 910.02

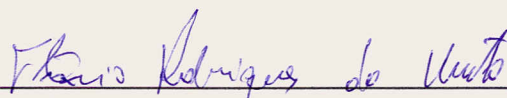
JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA

**RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU – REGIÃO METROPOLITANA DE
FORTALEZA/CE: subsídios ao planejamento ambiental**

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Acadêmico em Geografia do Centro
de Ciências e Tecnologia da Universidade
Estadual do Ceará, como requisito para
obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Aprovada em 23 de abril de 2010

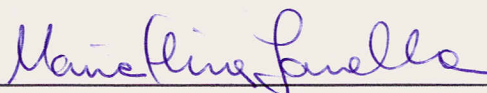
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento - Orientador
Universidade Federal Fluminense



Profa. Dra. Isorlanda Caracristi
Universidade Estadual do Ceará



Profa. Dra. Maria Elisa Zanella
Universidade Federal do Ceará

***Pela decisão tomada ao meu segundo dia
de nascido e por tudo que se constituiu e
se construiu desde esse dia,
a você minha Mãe.***

AGRADECIMENTOS

Difícil imaginar um caminho a seguir, seja ele qual for, sem a ajuda de alguém! E como confirmação dessa afirmativa, este trabalho é fruto de várias pessoas que se disponibilizaram na concretização de uma etapa e objetivo de vida e é a todas elas que expresso a minha GRATIDÃO. Mais do que uma palavra, uma expressão de reconhecimento e de uma certeza de que sem vocês nada teria sido realizado.

Primeiramente, àquela a quem o trabalho foi dedicado, Maria Gois Lima, minha Mãe. Mesmo sem entender os detalhes do que fazia, se entregou completamente, apoiando e estando presente de forma incondicional em todos os momentos. Dedicar o trabalho a você não é nada, tenha certeza disso, ante o que fez e faz diariamente para que veja o crescimento, honra e integridade do seu filho.

Hoje compreendo por que ele é tão detalhista, Prof. Dr. Flavio Rodrigues, meu orientador. A ele, meus sinceros agradecimentos, pela total dedicação, competência, confiança, companheirismo, amizade e por acreditar na capacidade e concretização do trabalho, daí se explica porque analisa minuciosamente os detalhes. Tenho convicção, e ele também sabe, que a qualidade do trabalho é reflexo de sua responsabilidade, compromisso e ética profissional.

Agradeço ainda aos professores do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará e, de um modo especial, ao Prof. Dr. Paulo Thiers. Muito, mas muito obrigado por sua disponibilidade, aprendizado, atenção e companheirismo. Aprendi muito mais do que trabalhar com geoprocessamento e elaboração dos mapas, reconheci ainda mais o valor da amizade e sinceridade. Estendo ainda meus agradecimentos a Prof^a. Dr^a. Elisa Zanella, porque sempre acreditou e confiou no meu trabalho acadêmico. À Prof^a. Clélia Lustosa, pela atenção e apoio, meus sinceros agradecimentos.

O meu muito obrigado aos meus amigos. O que seria da minha vida sem eles, que são fundamentais. E aqui me lembro especialmente do Diego Gadelha, por todo o incentivo e companheirismo, Javan, Mário, Elydiana, Francisco Oliveira (esse tem um coração imenso), Vânia, Jana, Cícera, Gustavo, Carol Peres. Aos meus amigos do Maranhão, Ubiratane, Simone e Sávio, pelos excelentes momentos compartilhados nesses dois anos de mestrado. As noites eram bem mais agradáveis e os momentos de aperreios do mestrado menos angustiantes ao lado de vocês.

De modo especial, e que muito contribuíram com o trabalho, destaco meu amigo Francisco Mendes, por nunca dizer um não como resposta. Sua paciência e atenção são coisas que quero carregar e estender aos outros; através dele expressei meus agradecimentos aos companheiros do laboratório de Cartografia Digital da UFC. À Lourdes, que se empenhou desde os primeiros passos com o projeto do mestrado; sua presença, mesmo que distante, era a certeza de que as coisas dariam certo.

Não posso esquecer do Programa de Educação Tutorial – PET Geografia/UFC, deveras importante na minha formação acadêmica e, por que não dizer profissional também; aos integrantes da turma entre 2004 e 2007 e aos Professores tutores na minha época de petiano, Prof. Dr. Eustógio Dantas, Prof^a. Dr^a. Ivaine Tonini, Prof^a. Dr^a. Elisa Zanella e Prof^a. Clélia Lustosa, bem como a todo o InterPET/Ceará, na participação do movimento e pelos grandes e bons momentos compartilhados.

Aos companheiros do Mestrado em Geografia da UECE, especialmente: Karine, Bernadete Freitas, Tereza, Marcos de Brito e Mariluz e, principalmente, daquele que considero como um irmão, Rerisson Costa, pelo qual muitos momentos foram divididos, angústias, alegrias, tristezas, “geografias”, enfim por tudo o que aprendi e compartilhei, obrigado. A duas pessoas fundamentais nessa pesquisa, Rosilene Aires e Daniely Guerra, o meu muito obrigado pela ajuda de vocês. Valeu mesmo! Estendo também os agradecimentos aos funcionários e professores do MAG, Prof^a. Dr^a. Isorlanda Caracristi, Prof^a. Lúcia Mendes, Prof^a. Lúcia Brito e ao Prof. Dr. Marcos Nogueira de Souza.

Aos órgãos ambientais e departamentos de cartografia de instituições públicas na disponibilidade do material necessário ao desenvolvimento da pesquisa, como: INCRA, IDACE (especialmente na pessoa do Márcio, pela atenção e ajuda necessária), SEMACE, CPRM, COGERH, FUNCEME (de modo especial, Albenisa) e aos laboratórios do Departamento de Geografia da UFC.

Agradeço à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pela concessão da bolsa; difícil imaginar a elaboração de uma dissertação ou tese sem auxílio financeiro e dedicação exclusiva.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram na concretização deste trabalho, o meu muito, mas muito obrigado!

RESUMO

As relações entre sociedade e natureza denunciam modalidades de uso e ocupação da terra que, via de regra, são negligentes em relação à capacidade de suporte dos recursos naturais. Sob esse aspecto, este trabalho objetiva analisar alterações ambientais decorrentes de relações socioeconômicas de produção do espaço na bacia hidrográfica do rio Coaçu, Região Metropolitana de Fortaleza, que, como unidade espacial de análise, se evidencia com forte dinâmica em termos de ocupação, fluxos de pessoas, capital, transportes e mercadorias, sendo representativa do processo recente, porém, acelerado, de transformação dos seus componentes naturais. Apesar de drenar uma pequena porção territorial, 197,4 km², a bacia comporta um complexo mosaico de sistemas e subsistemas ambientais de valor geoambiental e paisagístico inestimável. A análise geoambiental integrada como pressuposto teórico-conceitual e metodológico possibilitou identificar, caracterizar e delimitar os sistemas e subsistemas ambientais que compõem a bacia. De modo complementar, a aplicação da metodologia de fragilidade ambiental permitiu identificar o grau de vulnerabilidade dos subsistemas ambientais ante os diferentes modos de exploração econômica do espaço, possibilitando estabelecer diretrizes de uso e ocupação adequada da bacia hidrográfica, auxiliando estudos futuros e agentes tomadores de decisão política na salvaguarda dos recursos naturais da bacia hidrográfica. O entendimento das relações socioprodutivas e de apropriação da natureza por diversos agentes produtores do espaço, principalmente, Estado, especuladores imobiliários e proprietários fundiários, além do setor da construção civil, foi de fundamental importância para compreensão dos intensos processos constatados de degradação ambiental. As intervenções sociais estabelecidas sobre o espaço da bacia concretizam-se por meio de relações de interesses que provocam destruição ou total descaracterização dos espaços naturais, artificialização da paisagem, empobrecimento da biota, contaminação de corpos hídricos, provocando alterações significativas de perda na qualidade ambiental, com reflexos negativos sobre a própria sociedade. Mesmo possuindo áreas ambientalmente favoráveis aos processos de urbanização e industrialização, é justamente sobre áreas de alta fragilidade ambiental, como planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres, que os problemas de degradação ambiental se mostraram mais evidentes e de forma generalizada, causados principalmente pelo capital imobiliário.

Palavras-chave: Relação sociedade/natureza. Bacia hidrográfica. Degradação ambiental. Sistemas ambientais.

ABSTRACT

Relations between society and nature denounce modalities of use and occupancy of land which, as a rule, are negligent in relation to the carrying capacity of natural resources. In this defense, this paper aims to analyze environmental changes due to socioeconomic relations of space production in the river basin Coaçu, Metropolitan Region of Fortaleza, which as spatial unit of analysis, presents itself with strong momentum in terms of occupation, people flow, capital, goods and transport, being representative of the recent, however, accelerated process of transformation of its natural components. Although it drains a small territorial portion, 197.4 km², the basin comprises a complex mosaic of environmental systems and subsystems of inestimable geoenvironmental and landscape value. The geoenvironmental analysis integrated as theoretical-conceptual and methodological tenet enabled to identify, characterize and delimit the environmental systems and subsystems that compose the basin. In a complementary manner, applying the methodology of environmental fragility identified the degree of environmental vulnerability of the subsystems in the different modes of economic exploitation of space, making it possible to establish guidelines for appropriate use and occupation of the basin, helping future studies and political decision-makers agents to safeguard the natural resources of the basin. The understanding of the socio-productive and nature appropriation relations by several space producer agents, especially, the State, real estate speculators and landlords, in addition to the construction industry, was of fundamental importance for understanding the intense environmental degradation processes which were observed. The social interventions established on an area of the Basin have been realized through relations of interests that cause destruction or total distortion of natural spaces, artificiality of landscape, impoverishment of the biota, contamination of water bodies, causing significant loss in environmental quality, with negative effects on society itself. Even with environmentally friendly areas to urbanization and industrialization processes, it is precisely on areas of high environmental fragility, as river, lake and flood plains, that problems of environmental degradation were more evident and widespread, caused mainly by the real estate capital.

Keywords: Relation society/nature. River basin. Environmental degradation. Environmental systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Localização da área de estudo	51
Figura 02	Mapa básico da Bacia Hidrográfica do rio Coaçu.....	54
Figura 03	Bacias Hidrográficas Metropolitanas	55
Figura 04	Planície de inundação, localizada após Lagoa da Precabura no período seco.....	59
Figura 05	Planície de inundação, localizada após Lagoa da Precabura no período chuvoso	59
Figura 06	Foto aérea do cordão de dunas e paleodunas da Bacia do Coaçu entre o rio Pacoti e o rio Cocó	63
Figura 07	Recobrimento vegetal das paleodunas	64
Figura 08	Planície fluviomarinha do rio Coaçu com Gamboas e canais de maré	65
Figura 09	Canal de maré e bosque de mangue do rio Coaçu	65
Figura 10	Ocorrência de apicuns com recobrimento de vegetação herbácea	66
Figura 11	Faixa de manguezal na porção inferior e apicuns na porção superior da foz do rio Coaçu	66
Figura 12	Geologia-geomorfologia	71
Figura 13	Médias pluviométricas das estações dos municípios da Bacia	75
Figura 14	Distribuição média da precipitação ao longo dos meses do ano.....	77
Figura 15	Precipitação acumulada no 1° e 2° semestre pelo total de precipitações anuais.....	78
Figura 16	Chuva acumulada entre fevereiro a maio pelo total anual	78
Figura 17	Médias de horas de insolação e evaporação para a estação meteorológica de Fortaleza	82
Figura 18	Temperatura média e médias das máximas e das mínimas para a Bacia do Coaçu	83
Figura 19	Balanço hídrico de Fortaleza	86
Figura 20	Excesso e Déficit hídrico para Fortaleza	86
Figura 21	Balanço hídrico para Itaitinga.....	88
Figura 22	Excesso e Déficit hídrico para Itaitinga	88
Figura 23	Balanço hídrico médio das estações climatológicas da Bacia	89
Figura 24	Excesso e Déficit hídrico médio para as estações climatológicas da Bacia	90
Figura 25	Aspectos da vegetação da Mata de Tabuleiro	103
Figura 26	Encrave remanescente de Cerrado no bairro Cidade dos Funcionários	104
Figura 27	Mata Ciliar com carnaúbas na planície de inundação do rio Coaçu No município de Eusébio	106
Figura 28	Fitogeografia e solos	109
Figura 29	Região de influência da metrópole de Fortaleza	114
Figura 30	Parcelamento do solo e divisão em bairros da área do antigo sítio Cocó	116
Figura 31	Sistema viário de Fortaleza em 1974	118
Figura 32	Principais corredores adensados ao longo do sistema viário de Fortaleza em 1979	123
Figura 33	Simulação de como ficará o Centro de Feiras e Eventos	130

Figura 34	Construção da ponte da Sabiaguaba sobre a foz do rio Coaçu / Cocó, interligando a Praia do Futuro a região sudeste de Fortaleza	133
Figura 35	Área poligonal da Favela do Dendê	146
Figura 36	Característica ocupacional do aglomerado subnormal atrás do <i>shopping</i> “Via Sul”	147
Figura 37	Resistência de moradores do aglomerado subnormal após mesmo após a construção do <i>shopping</i> “Via Sul”	147
Figura 38	Aglomerados subnormais à margem esquerda da Lagoa da Sapiranga	148
Figura 39	Aglomerados subnormais entre os bairros Sapiranga/Coité	149
Figura 40	Material publicitário de novos condomínios instalados ou em instalação na área da Bacia do Coaçu	154
Figura 41	Paredão de condomínios verticais instalados ao redor da faixa de mangues do Parque Ecológico do Cocó	155
Figura 42	Trecho 4 do Canal da Integração cortando a nascente do rio Coaçu .	172
Figura 43	Cemitério Jardim Metropolitano localizado à margem esquerda do rio Coaçu	177
Figura 44	Horticultura na área de transição entre dunas fixas e planícies fluviais do Coaçu	186
Figura 45	Produção de carvão vegetal no município de Eusébio.....	188
Figura 46	Extração de saibro nos limites entre Fortaleza e Eusébio	190
Figura 47	Exploração de rochas graníticas em bancadas a céu aberto na Crista Residual de Itaitinga	193
Figura 48	Descaracterização paisagística em diferentes pontos da crista Residual de Itaitinga	194
Figura 49	Lago formado a partir de cicatriz de mineração não recuperada em Itaitinga	194
Figura 50	Uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do rio Coaçu	196
Figura 51	Fragilidade Ambiental	208

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Parâmetros das Bacias Hidrográficas Metropolitanas	56
Tabela 02	Precipitação total e média anual das estações meteorológicas localizadas na Bacia do rio Coaçu.....	76
Tabela 03	Médias pluviométricas mensais dos municípios drenados total ou parcialmente pela Bacia Hidrográfica do rio Coaçu	77
Tabela 04	Regiões pluviometricamente homogêneas do Ceará de acordo com Xavier (2001)	80
Tabela 05	Parâmetros climáticos com valores médios da estação meteorológica de Fortaleza	81
Tabela 06	Resultado dos dados do balanço hídrico para Fortaleza	85
Tabela 07	Resultado do balanço hídrico para Itaitinga	87
Tabela 08	Dados do Balanço Hídrico Médio das estações da Bacia	89
Tabela 09	Valores totais para os parâmetros discutidos entre as estações de Fortaleza, Itaitinga e valores médios para o conjunto das estações ...	90
Tabela 10	Taxas de crescimento populacional dos municípios da RMF entre 1980 e 2009	112
Tabela 11	Matérias publicadas com relação à construção do Centro de Feiras e Eventos	131
Tabela 12	Índice de escolaridade e taxas de alfabetização da população em geral e do responsável pela família	139
Tabela 13	Renda mensal do responsável em salários mínimos e grau de formalização do mercado de trabalho	139
Tabela 14	Número de empregos formais em 2007 por setor de atividade	140
Tabela 15	Indicadores ambientais das condições domiciliares	141
Tabela 16	Situação domiciliar em relação à propriedade do terreno	143
Tabela 17	Domicílios em aglomerados subnormais	144
Tabela 18	Áreas de Proteção Ambiental da Bacia do Coaçu e diretrizes de uso de acordo com os Planos Diretores Municipais	166
Tabela 19	Análise bacteriológica da qualidade da água para lagoas de Messejana, Sapiranga e Lago Jacarey	174
Tabela 20	Matérias publicadas com relação à problemática socioambiental da Bacia do Coaçu entre 2005 e 2010	179
Tabela 21	Classificação e distribuição de imóveis rurais dos municípios drenados pela Bacia do Coaçu	184
Tabela 22	Principais produtos e produção agropecuária dos municípios drenados pela Bacia do Coaçu	185
Tabela 23	Características, modo de ocorrência e principais usos das substâncias minerais extraídas na Bacia do Coaçu	190
Tabela 24	Classes de fragilidade ambiental quanto aos tipos de solos	199
Tabela 25	Classes de fragilidade ambiental quanto aos tipos de solos da Bacia do Coaçu	199
Tabela 26	Classes de fragilidade ambiental e graus de proteção pelos tipos De cobertura vegetal	200

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Unidades geológicas e feições e unidades geomorfológicas	70
Quadro 02	Relação entre feições geomorfológicas, unidades fitogeográficas e classes de solos	108
Quadro 03	Classificação dos subsistemas ambientais da Bacia do Coaçu Quanto ao tipo de Fragilidade Ambiental	201
Quadro 04	Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais da Bacia do Coaçu	202
Quadro 05	Classificação dos subsistemas quanto ao uso	209
Quadro 06	Cenários de impactos, recomendações e diretrizes de Planejamento ambiental dos subsistemas da Bacia do Coaçu	210

LISTA DE SIGLAS

AQUASIS	Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
AUMEF	Autarquia Metropolitana de Fortaleza
COGERH	Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CTT	Coliformes fecais (Termotolerantes)
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DSG	Diretoria do Serviço Geográfico
EC	<i>Escherichia Coli</i>
ENG	Encontro Nacional de Geógrafos
ETM	Enhanced Thematic Mapper
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GIS	Geographic Information System (mesmo que SIG)
GPS	Global Position System (Sistema de Posicionamento Global)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDACE	Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPECE	Instituto de Planejamento Econômico do Ceará
IPLANCE	Instituto de Planejamento do Ceará
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
LIAMAR	Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias
PDPFOR	Plano Diretor Participativo de Fortaleza
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfica
PMF	Prefeitura Municipal de Fortaleza
REP	Reserva Ecológica Particular
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
WGS 84	World Geographic System 1984
SEINF	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura de Fortaleza;
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SEMAM	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SBGFA	Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada
SBSR	Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TM	Thematic Mapper
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 O MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
2.1 Análise de sistemas em Geografia para o estudo de bacias hidrográficas	20
2.2 Da Teoria Geossistêmica à Análise Geoambiental Integrada	25
2.3 Desnaturalização da sociedade em estudo de sistemas ambientais	29
2.4 Fragilidade ambiental como metodologia e instrumento de Planejamento Ambiental em bacias hidrográficas	35
2.5 Material e procedimentos metodológicos	39
3 LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO COAÇU E CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS	50
3.1 Localização e caracterização da área de estudo	50
3.1.1 Bacia do rio Coaçu e Região Hidrográfica Metropolitana	55
3.2 Caracterização dos aspectos físico-ambientais	60
3.2.1 Geologia-geomorfologia	60
3.2.2 Aspectos climato-hidrológicos	72
3.2.3 Associações, classe de solos e unidades fitogeográficas	96
4 CONTEXTO HISTÓRICO E SOCIOECONÔMICO DE PRODUÇÃO DO ESPAÇO NA BACIA DO RIO COAÇU	110
4.1 A bacia do Coaçu e sua inserção na Região Metropolitana de Fortaleza .	110
4.2 O início da incorporação da bacia do Coaçu ao processo de expansão urbana	115
4.3 Transformação do sistema viário em corredores de atividades e a consequente aceleração da produção do espaço no Coaçu	122
4.4 A nova configuração socioespacial a partir da década de 1990.....	126
4.5 Panorama dos indicadores socioeconômicos e ambientais	137
4.6 Incorporação e transformação da Natureza como mercadoria imobiliária	150
5 USO/OCUPAÇÃO DO SOLO E OS PROBLEMAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	159
5.1 Principais tipologias de uso e ocupação e as conseqüentes alterações ambientais	159
5.1.1 Urbano/industrial	159
5.1.2 Recursos hídricos, poluição e contaminação de mananciais	169
5.1.3 Agroecossistemas	183
5.1.4 Atividades de extração mineral	189

6 FRAGILIDADE AMBIENTAL E DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL	197
6.1 Síntese da compartimentação e fragilidade dos sistemas ambientais	197
6.2 Subsídios e diretrizes para o planejamento ambiental da bacia do Coaçu	209
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	213
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	218

1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado das cidades brasileiras, principalmente, as cidades-polos como as das regiões metropolitanas, provoca um aumento significativo de problemas relacionados à gestão do espaço urbano, enfatizando-se os que dizem respeito à questão ambiental.

A concentração e o conseqüente crescimento da população nessas regiões, em meio também à exclusão social, no intenso processo de urbanização, causa um efeito direto sobre o aparelhamento urbano, bem como aos recursos naturais, especialmente em se tratando da água, no que se refere à distribuição, ao tratamento e à conservação; sem se esquecer das áreas naturais ainda remanescentes, as quais estão em decurso de desaparecimento nessas áreas urbanizadas.

As intervenções negativas sobre os ambientes naturais nas regiões metropolitanas são crescentes e, de certo modo, incessantes. Destaque-se a Região Metropolitana de Fortaleza – RMF, onde os problemas de degradação ambiental são proporcionais ao crescimento e intensificação da ocupação e uso diferenciados do solo na produção desigual do espaço, com especial depreciação dos recursos hídricos. Dentre outros aspectos, esse processo é fruto de ocupações ligadas a interesses econômicos e sociais nem sempre ocorrentes ordenadamente sobre o espaço, e onde os elementos da natureza passam a ser tratados como mera mercadoria.

Em virtude dessa alteração de valor, em que os atributos da natureza estão sendo apropriados como mercadoria exclusiva por determinados setores da sociedade, em detrimento do valor ecológico-coletivo, a urbanização e a produção do espaço em curso provoca modificações nos sistemas e subsistemas ambientais, numa relação meramente exploratória e degradadora, alterando as características naturais e desrespeitando as limitações ao uso.

A deficiente infraestrutura sanitária e a quase ausência de equipamentos urbanos e serviços sociais básicos, associados ao déficit habitacional e à diminuição das áreas legalmente protegidas, refletem-se num quadro deveras preocupante para as áreas naturais remanescentes, ao que se adiciona também uma fiscalização

deficiente, se não ausente, por parte dos órgãos responsáveis pela execução da Política Nacional do Meio Ambiente.

As grandes infraestruturas de transportes e empreendimentos públicos e privados implementados na RMF reestruturam seu espaço metropolitano e toda a expansão da malha urbana e industrial, decorrendo daí em transformações céleres, não somente das estruturas socioprodutivas, como também de seus sistemas ambientais, sendo a bacia hidrográfica do rio Coaçu reflexo desse processo reestruturador e que concentra, hoje, parte substancial dos delitos causados contra os elementos naturais na Região Metropolitana.

Inserida em sua totalidade na RMF, a bacia do rio Coaçu, no que diz respeito a sua rede de drenagem, bem como os sistemas e subsistemas ambientais que a integram, são alterados pela intensa ocupação e pelo uso inadequado, principalmente a partir de 1980, período no qual equipamentos institucionais, comerciais e infraestruturais foram construídos propiciando, com auxílio do Estado e iniciativa privada, a aceleração da ocupação e valorização do espaço da bacia.

A região drenada por essa bacia possui grande valor paisagístico e geoambiental, composta por mosaico de paisagens que integram campo de dunas móveis e fixas, planície fluviomarinha, planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres, tabuleiros pré-litorâneos, crista residual, dique vulcânico, além de uma quantidade significativa de lagoas, 66 no total, sendo que, destas, 53 são perenes.

O conjunto desses aspectos na bacia tornou-se alvo constante de intenso processo de ocupação pelos mais diversos agentes produtores do espaço, mas principalmente da ação conjunta do Estado e dos setores ligados ao mercado imobiliário, como especuladores imobiliários, proprietários fundiários e o setor da construção civil.

As consequências negativas para os sistemas ambientais efetivou-se mediante a excessiva retirada da cobertura vegetação nativa, aterramentos de rios, riachos e lagoas, desvios artificiais e canalização de córregos, lançamento, no ambiente, de resíduos sólidos e efluentes sem nenhuma espécie de tratamento, contaminando em muitos casos, de modo irreversível, os recursos hídricos. Também o desmonte do campo de dunas fixas, artificialização da paisagem e impermeabilização excessiva dos solos são alguns dos impactos ambientais ocasionados pela ocupação desordenada na bacia do Coaçu, fruto de relação negligente entre sociedade e natureza.

Esses fatores são identificados em toda a Bacia, desde o Município de Itaitinga, onde se localizam as nascentes do rio principal, até a sua desembocadura no rio Cocó e, principalmente, entre Fortaleza e Eusébio, onde as transformações se demonstram mais aceleradas e intensas. Decorre desses fatores, também, um conjunto de situações negativas ambientalmente, em que, via de regra, predomina a ausência de planejamento urbano e ambiental que considere a integralidade das bacias metropolitanas como unidades territoriais de planejamento e gestão.

As principais alterações na área são alimentadas, em grande parte, pelos agentes imobiliários com a instalação de condomínios e residências. Este fator está aliado à intervenção do Governo do Estado e prefeituras municipais na alocação de vias de acesso que, sem o devido controle no ordenamento espacial, permite uma ocupação desenfreada do seu espaço.

Convém registrar o fato de que hipoteticamente, a Bacia em causa, ao ser comparada com as demais da RMF, especificamente, Cocó e Maranguapinho, apresenta áreas ainda conservadas do ponto de vista geoambiental, além de ser uma das áreas que possuem cobertura vegetal mais conservada na RMF. Com a acelerada intervenção humana, todavia, acredita-se que ocorrerá com o Coaçu o que aconteceu com aqueles em poucos anos, onde os elementos naturais foram completamente modificados, além de se encontrarem degradados. Isto decorre do fato de que as alterações se encontram em estado avançado e delicado na Bacia sob exame.

Desse modo, analisar o rio Coaçu e os sistemas que o integram é tentar compreendê-lo em um âmbito de apropriação tanto no meio rural - mediante técnicas de uso da terra, como pelos agentes sociais que produzem o espaço urbano, os quais interferem e descaracterizam o meio físico.

Nada obstante, atente-se, ainda, para o fato de que não há um estudo em nível de detalhamento e especificidade que essa bacia merece, e que a tenha englobado em sua totalidade, necessitando assim de informações atualizadas dos sistemas e subsistemas ambientais, notadamente sobre os recursos hídricos que compõem a Bacia e da verificação da instabilidade e fragilidade das diferentes unidades ambientais, assim como dos aspectos socioeconômicos e de produção do espaço que se espacializam em sua área.

Ao realizarem pesquisas na bacia hidrográfica do rio Cocó, por exemplo, alguns estudiosos, como Viana (2000), Soares (2005) e Santos (2006), incluíram o

rio Coaçu por este ser o maior afluente daquele e também por medidas de classificação, pois a sua desembocadura ocorre a pouca distância de encontro com o mar, compartilhando assim da mesma foz os dois rios, porém não delimitaram a bacia do Coaçu e não a pesquisaram de modo específico.

Busca-se desta forma, com a materialização deste trabalho, auxiliar na organização e reestruturação do espaço urbano e de seu entorno, na Bacia em apreço, destacando as fragilidades das unidades geoambientais que a compõem e suas modificações, em face da degradação ambiental decorrente da relação entre sociedade e natureza. Com os inúmeros interesses envolvidos na utilização dos recursos naturais e com a apressada transformação da área de estudo, faz-se necessário planejá-los e administrá-los, aproveitando suas potencialidades, sem, no entanto, provocar prejuízos para manutenção da dinâmica ambiental e conservação da Bacia.

Mediante esse conjunto de fatores, este trabalho busca como objetivo geral estudar e explicar a relação sociedade/natureza e as alterações ambientais ocorrentes na bacia do rio Coaçu, principalmente a partir de 1980, período em que essas alterações ocorreram, e ainda ocorrem, de forma bem mais intensa. No que se refere aos objetivos específicos, buscou-se:

- identificar e caracterizar os sistemas geoambientais da bacia do rio Coaçu;
- compreender o contexto histórico e socioeconômico de produção do espaço e de usos dos recursos naturais;
- diagnosticar e analisar as principais alterações dos sistemas, verificando as consequências ambientais e sociais na área da bacia;
- recomendar e propor diretrizes adequadas de uso e ocupação das unidades geoambientais que compõem a Bacia em causa, tendo como base suas respectivas fragilidades ambientais.

Assim, a escolha desta Bacia como objeto de análise, para a realização da pesquisa, parte de um intenso interesse de contribuir científica e tecnicamente com o estado da arte do tema, que é bastante deficiente e até mesmo quase ausente, bem como auxiliar estudos futuros e agentes tomadores de decisão política na salvaguarda dos recursos naturais, notadamente os hídricos, e das unidades geoambientais da Bacia sob estudo.

2 O MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Análise de sistemas em Geografia para o estudo de bacias hidrográficas

O estudo de sistemas ambientais em bacias hidrográficas envolve inúmeras interfaces conceituais e variáveis de análise, que não se referem somente aos aspectos físicos, mas também àqueles concernentes aos fatores socioeconômicos. Deste modo, é um estudo complexo em que há a necessidade de convergência de teorias e métodos de pesquisa, de modo que não venha a ocorrer superficialidade na análise das relações estabelecidas entre sociedade e natureza em tais áreas.

Desde o início do século XX, com o sentido de modificar a concepção científica até então em vigor, que compreendia o todo em partes desconexas de forma mecanicista, e que se refletiam na fragmentação e compartimentação do conhecimento, é discutida a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que busca compreender a realidade como uma totalidade.

Apesar de ter trabalhado e desenvolvido esta teoria baseado em elementos da Física, principalmente na Segunda Lei da Termodinâmica, que trata da distribuição da energia, além de conceitos biológicos, Ludwig von Bertalanffy (1975), principal sistematizador da teoria, assevera que a TGS é um instrumento capaz de fornecer modelos, estruturas, respostas, princípios e leis a serem utilizados nos mais diversos campos científicos.

Pode-se delinear o entendimento sistêmico com base no conceito de totalidade e organização, visto que não é possível a compreensão dos elementos envolvidos em um sistema sem verificar as relações entre esses mesmos elementos num todo. Não é descartado o estudo das partes, que se torna necessário, porém seu entendimento passa fundamentalmente pela noção de conexões, de relações.

Segundo o Bertalanffy (1975),

É necessário não somente estudar partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo. (P. 53).

Sistema, então, pode ser definido de forma bastante simples como o “[...] conjunto de elementos em interação” (BERTALANFFY, 1975. p. 62), mas segundo o autor, as críticas advindas acerca desta conceituação, que pode ser classificada como uma concepção vaga ou de relação superficial entre coisas e fatos, tem na realidade uma formulação de princípios válidos para os sistemas de forma geral.

Christofoletti (2004) define sistemas de acordo com seu dinamismo e complexidade, como um conjunto de elementos interligados, os quais possuem capacidade de troca de energia, de matéria e de informações com seu entorno condicionante, além da capacidade de adaptação da sua estrutura interna a consequências decorrentes das interações. Os sistemas são compreendidos ainda como não lineares “[...] cuja resposta a um determinado distúrbio não é necessariamente proporcional à intensidade deste distúrbio.” (Op. cit. p. 92).

Na estrutura organizativa dos sistemas ambientais, ocorre de forma contínua e dinâmica a transformação da energia em matéria, sendo que

[...] todo sistema tem um comportamento homogêneo, quanto aos processos de funcionamento: energia e matéria entram (*input*), fluem através dele (*throughput*), são transformados, armazenados para produzir trabalho posterior e saem dele (*output*). (VEADO, 1995, p. 20).

Portanto, é no fluxo de matéria e energia e na constante transformação da energia em matéria que, no decorrer do tempo geológico e histórico, os sistemas e subsistemas ambientais são formados. É a dinâmica natural desses sistemas que, interconectados e permeados por esses fluxos de energia e matéria, irá compor um complexo mosaico de paisagens e, na sucessão dos estados de funcionamento e organização, reflete e refletirá a organização espacial da natureza e da sociedade.

Segundo Veado (1995), o balanço de energia e matéria nos sistemas leva, conseqüentemente, à noção de equilíbrio, estado estacionário, entropia e equilíbrio dinâmico. Estes estados é que caracterizam os componentes, que resultam do próprio processo histórico de funcionamento e organização dos sistemas.

O entendimento de equilíbrio parte da concepção de estabilidade, em que o sistema apresenta ajustamento completo das suas variáveis às condições externas (CHRISTOFOLETTI, 1979). Quando as condições externas permanecem sem grandes modificações, os sistemas continuam em equilíbrio, recebendo energia

e, simultaneamente, existe uma transformação constante de energia em matéria, de modo que há um ajustamento interno dos componentes ambientais.

Os sistemas se encontram em estado estacionário (*steady state*) de máxima entropia. Segundo Christofolletti (1979), esse estado estacionário “[...] não é imutável, mas representa o comportamento em torno de determinada amplitude de variação.” (P. 67).

Isto acontece porque os atributos internos conseguem equacionar as pequenas flutuações naturais, como as precipitações, ou mesmo os condicionantes sociais na dinâmica de produção do espaço. É necessário, no entanto, verificar os limites de suporte dos sistemas de modo que a sua capacidade não seja ultrapassada.

A entropia representa a dissipação da energia no sistema, sendo que o trabalho do transporte de matéria pela energia cinética é bastante reduzido, havendo assim um ajuste das variáveis internas às condições externas, sejam estas climáticas ou sociais, por exemplo. Com base nisto, o conceito de equilíbrio dinâmico se insere na medida em que há dentro do sistema a continuação do transporte de matéria e energia, mesmo que muito lentamente no decorrer do tempo, ou seja, o fluxo, o movimento, não para (VEADO, 1995).

É necessário considerar que, quando há uma grande variação causada por fatores naturais excepcionais, como grande quantidade de precipitação em curto período de tempo ou modificações intensas causadas pela sociedade nos componentes, o sistema busca se readaptar a essas condições, além de buscar o equilíbrio que existia anteriormente a essas variações (CHRISTOFOLETTI, 1979). Esta readaptação é denominada pelo mesmo autor como por retroalimentação (*feedback*), ou seja, da capacidade natural de autorregeneração dos sistemas.

Quando, porém, a resistência dos sistemas é rompida, ou seja, a estrutura do sistema é desequilibrada em tal medida que a capacidade de retorno às condições iniciais não seja mais possível, ocorrendo uma profunda alteração, um novo estado de equilíbrio será alcançado, podendo configurar-se uma nova estrutura (CHRISTOFOLETTI, 1979).

A sociedade, dividida em variados grupos sociais, instaura uma grande variedade de fatores de ordem social e econômica na natureza, que segundo Veado (1995), constitui nos dias atuais um dos principais motivos, senão o principal, que leva os sistemas ambientais a apresentarem formas diferentes de evolução. Isto

ocasiona, fundamentalmente, o impedimento da sucessão de estados que evoluem no tempo e se organizam no espaço.

A ação da sociedade, para Tricart (1977), acontece sobre um espaço territorial com dinâmica e leis próprias. Essas leis dizem respeito aos fluxos de energia e matéria que condicionam a formação dos componentes naturais e que necessitam ser conhecidas e compreendidas para melhor avaliar o grau dos impactos que a sociedade, pelo desenvolvimento das técnicas, insere na natureza.

Esse conhecimento refere-se à análise geomorfogenética e pedogenética que permite determinar como, de que forma e em que medida a sociedade pode explorar a natureza, respeitando os limites da potencialidade natural, além de indicar as áreas mais susceptíveis à degradação, ou seja, mais frágeis do ponto de vista da estabilidade ou instabilidade da natureza, a qual Tricart (1977) considerou como ecodinâmica das paisagens.

É importante considerar o que dizem Troppmair (2004) e Ross (2006): para eles, as inserções humanas, por mais tecnificadas que sejam, não chegam a alterar as leis da natureza ao ponto de transformar completamente os sistemas ambientais, além de não poderem criar natureza, mas suas inserções interferem nos fluxos de energia e matéria, alterando assim suas intensidades.

Seguindo esta discussão, uma bacia hidrográfica é conceituada como um recorte físico-natural e territorial bem delimitado no espaço, em razão dos divisores topográficos, onde possui um curso d'água principal e, ligados a este, um conjunto de canais intercomunicantes, e como um sistema aberto, onde existem trocas constantes de matéria e energia (CHRISTOFOLETTI, 1980; BOTELHO, 1999; NASCIMENTO, 2003a, 2003b, GUERRA e CUNHA, 2004; BOTELHO e SILVA, 2004).

A bacia hidrográfica, nesse âmbito, é exemplo relevante para explicar como ocorrem os processos interatuantes das conexões dos seus elementos, pois compreender os sistemas ambientais em bacias hidrográficas é antes de tudo entendê-los como componentes em que as relações da estrutura do sistema natural ocorrem de modo interdependente entre si, de maneira dinâmica e complexa, ou seja, em interação mútua e não de modo setorizado e isolado, delineando, portanto, uma concepção holística. Os sistemas ambientais, nesse sentido, comportam-se como um todo, visto que as variações de um dos elementos dependem de todos os outros.

Os sistemas e subsistemas em uma bacia são gerados e condicionados integralmente pelas relações e interdependências mútuas das variáveis que dizem respeito ao suporte (geológicas e geomorfológicas), aos condicionantes atmosféricos (climáticos e hidrológicos) e aos de exploração biológica (associações de solos, cobertura vegetal e fauna), além de estarem submetidos aos fluxos de matéria e energia de forma contínua.

Não dissociado dos aspectos sociais, os sistemas também sofrem interferência da dinâmica da sociedade, em especial, no caso da Bacia em estudo, porque está inserida em sua totalidade em uma Região Metropolitana. As relações socioeconômicas de transformação e produção do espaço naquela área, ao que se aditam o crescimento e a concentração demográfica, ocasionam processos de formação, evolução e alterações diferenciadas aos sistemas e, conseqüentemente, no modo de organização espacial dos elementos naturais.

O desequilíbrio torna-se uma constante, na medida em que não há o respeito e o entendimento de conservação dos fatores físico-ambientais, que beneficiariam a própria sociedade.

Segundo Carvalho e Nascimento (2004),

[...] uma bacia hidrográfica denota características geoambientais, formando uma unidade indissociável e interagente. É um sistema complexo – dado o número de elementos e variáveis –, em que as relações mútuas entre os seus componentes estruturais possibilitam a análise integrada do meio ambiente, permitindo uma acurada avaliação dos aspectos, quer físicos, quer econômicos e sociais. (P. 115).

Assim, uma bacia hidrográfica como unidade de organização espacial e por envolver inúmeras variáveis de análise naturais e socioeconômicas, somente por meio de uma metodologia sistêmica é que pode fornecer subsídios teóricos e práticos para o conhecimento integral dos elementos envolvidos em pesquisa dessa natureza. Com o desenvolvimento da Teoria Geossistêmica, especificamente para a Geografia, discutida a seguir, foram fornecidos meios mais específicos de análise para o campo de atuação do geógrafo.

2.2 Da Teoria Geossistêmica à Análise Geoambiental Integrada

Fundamentado na Teoria Geral dos Sistemas, que está no plano genérico como paradigma teórico e conceitual, a Ciência Geográfica, precisamente o campo de estudo relacionado à Geografia Física, desenvolveu uma estrutura metodológica que se adequasse às pesquisas dos elementos da natureza, denominada de Teoria Geossistêmica (NASCIMENTO e SAMPAIO, 2004/2005).

Pioneiro na busca da definição e formulação da Teoria Geossistêmica, Sotchava (1977) compreende geossistemas com base na concepção de Bertalanffy, como uma classe peculiar de sistemas dinâmicos e hierarquicamente organizados, definindo-os como formações naturais delimitadas espacialmente, tomando-se por base níveis taxonômicos, com dinâmica temporal e organização geográfica própria, sendo, portanto, o campo de investigações da Geografia Física.

Diz-se, então, que a Geografia Física está baseada em princípios sistêmicos e que se deve atentar ao estudar os Geossistemas, “[...] não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões etc.” (SOTCHAVA, 1977. p. 02).

Christofoletti (1998; 1999), com suporte na formulação de Sotchava, analisa os geossistemas como entidades de organização espacial dos componentes físicos da natureza, não necessariamente homogêneos, possuindo morfologia e funcionamento dinâmico, onde interagem os elementos físicos, químicos e biológicos da natureza, sendo o campo de ação para a Geografia Física.

Já os sistemas ambientais, para Christofoletti (1999), “[...] possuem uma expressão espacial na superfície terrestre, funcionando através da interação areal dos fluxos de matéria e energia entre seus componentes” (P. 37). Acentua ainda, que os sistemas ambientais possuem uma organização mais ampla, e seu uso torna-se mais flexível para abordagens sistêmicas na Geografia Física.

Bertrand (1972), numa tentativa de organizar e formular outra classificação de geossistemas que fosse mais bem conceituada e definida do que a proposta de Sotchava, considera geossistema com arrimo na reflexão científica global da paisagem com a combinação e inter-relação dos elementos físicos,

biológicos e antrópicos, sendo o resultado da combinação dinâmica de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrografia e solos) e de uma condição de exploração biológica (vegetação e fauna). Os fatores sociais foram expressos inicialmente como “ação antrópica”, conceito a ser discutido posteriormente.

O conjunto dos fatores sociais e econômicos, bióticos e abióticos, se penetram e compõem o que Veado (1995) chama de um complexo mosaico de interações, constituindo “[...] a organização espacial, em última análise, o objeto de estudo da Geografia Física” (p. 12); e que, a partir disto, resulta no estudo de conjunto, de síntese dessa organização como uma totalidade e não em separado.

Troppmair (2004) entende o geossistema como um sistema natural, uma unidade complexa e integrada, caracterizado pela relativa homogeneidade de seus componentes e relações, o qual é permeado pelos fluxos de matéria e energia e onde ocorre exploração biológica. No que se refere à ação da sociedade, para esse autor, ela provoca apenas pequenas alterações no sistema e de modo algum a intensidade da transformação modifica totalmente o geossistema.

O geossistema, para Bertrand (1972), com toda a complexidade de relações e processos dos fatores físicos, possui uma homogeneização na superfície terrestre e é delimitado em uma unidade espacial, o que facilita a demarcação das unidades de paisagem, sendo que esta demarcação existe é em função da escala de pesquisa, situando-a na dupla perspectiva do tempo e do espaço.

Chama a atenção, no entanto, para o fato de que as delimitações das unidades de paisagem geográficas são arbitrárias, sendo impossível achar um sistema que delimite a ordem de cada fenômeno. Assim, “[...] a delimitação não deve nunca ser considerada como um fim em si, mas somente como um meio de aproximação em relação com a realidade geográfica” (BERTRAND, 1972. p. 08).

Baseado nos estudos de Bertrand (op. cit.), Souza (2000), conceitua geossistema como

[...] um complexo dinâmico mesmo numa perspectiva de espaço-tempo muito breve, por exemplo, histórica. Assim, o potencial ecológico, a exploração biológica e a ocupação antrópica constituem dados instáveis com efetiva variação temporo-espacial. 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 evolução dos geossistemas. (P. 06).

Na busca de sistematização dos geossistemas e de síntese da paisagem, Bertrand (1972) propõe um sistema taxonômico em seis níveis de escalas de grandeza espaciotemporal, quais sejam: a zona, o domínio e a região, estes denominados como unidades superiores de paisagem, e o geossistema, o geofácies e o geótopo como unidades inferiores.

Todos eles seguem uma hierarquização de unidades, porém as mais importantes para esta pesquisa são o geossistema, que reúne numa escala de detalhe maior a complexidade dos componentes naturais inseridos em determinada área; e os geofácies, que são identificados como um setor fisionomicamente homogêneo, representando, assim, respectivamente os sistemas e os subsistemas ambientais.

O conceito de paisagem para Troppmair (2004), inserido numa conceituação geográfica e de compreensão da dinâmica dos sistemas, é a própria expressão do geossistema, ou seja, é a fisionomia das estruturas, inter-relações e dinâmicas dos componentes que ocorrem em determinada área, como unidade real e integrada.

O estudo da paisagem insere contextos científicos amplos e que dizem respeito não somente a aspectos naturais, mas também a um conjunto de fatores que, segundo Ab'Sáber (2003, p. 09), é a “[...] herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades”.

Monteiro (2000) conceitua paisagem como uma

Entidade espacial delimitado segundo o nível de resolução do pesquisador, a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da integração dinâmica, portanto, instável dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), expressa em partes delimitáveis infinitivamente, mas individualizadas através das relações que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único em perpétua evolução. (P. 39).

A paisagem, com efeito, categoria central abordada no desenvolvimento da pesquisa, corresponde a uma totalidade ambiental, como conceituação teórico-metodológica correspondente à compreensão dos estudos ambientais de forma integrada. Identificar uma unidade ambiental, ou unidade de paisagem, levando em consideração as intervenções por que passou ao longo dos anos pela sociedade, “[...] permite a aplicação de métodos e técnicas, necessários à sua análise,

proporcionando a sua identificação, classificação, diagnóstico e prognóstico da paisagem” (GUERRA e MARÇAL, 2006, p. 101).

Nascimento e Sampaio (2004/2005) ressaltam a inegável contribuição dada pela Teoria Geossistêmica, que, apesar das críticas e limitações de sua utilização, é a que melhor estruturou o caráter metodológico de pesquisa em Geografia Física, uma vez que facilitou e incentivou os estudos integrados da análise ambiental, possibilitando de forma prática o estudo dos sistemas ambientais no espaço geográfico.

Uma das grandes limitações da Teoria Geossistêmica, no entanto, está no tratamento dado à sociedade e sua relação com os demais fatores de ordem físico-ambiental. Na concepção desenvolvida por Bertrand (1972), não aparecem elementos explícitos das condições socioeconômicas, políticas e culturais pelas quais a sociedade transforma e produz o espaço e, conseqüentemente, interfere nas relações de equilíbrio dos sistemas. Nessa teoria, o homem é situado sem o entendimento de sua inserção social, apresentando-se um homem abstrato, numérico/demográfico, sem inserção social e política.

Sendo a Geografia uma ciência dotada de fundamentos epistemológicos para trabalhar sociedade e natureza, a análise integrada ou Análise Geoambiental Integrada, como se convencionou chamar, surge da Teoria Geossistêmica como um meio de abordagem metodológica, que concede maior importância à realidade socioeconômica nas relações com os elementos naturais.

A Análise Geoambiental entende a natureza de forma interdependente pelo conjunto de seus elementos. Inserida neste conjunto está a sociedade, que de modo progressivo modifica os espaços naturais em novos espaços produzidos socialmente.

A Análise Geoambiental preconiza o estudo integrado da paisagem através do entendimento da inter-relação e interdependências inerentes de suas partes, diferentes entre si pelas funções específicas que cada uma desempenha no conjunto global da paisagem, enfatizando sua morfologia, dinâmica e exploração biológica. (NASCIMENTO, 2003a, p. 07).

Portanto, como fundamentação teórico-metodológica, a Análise Geoambiental Integrada torna-se essencial no estudo ambiental e de compreensão de seus sistemas, pois deriva do estudo unificado das condições naturais, baseado numa concepção integrativa que conduz a uma percepção do meio em que vive a sociedade, e onde se adaptam os demais seres vivos (SOUZA, 2005).

Desta forma, a combinação do potencial ecológico (geomorfologia, clima e hidrologia), da exploração biológica (vegetação e fauna), reagindo dialeticamente uns sobre os outros, na evolução da dinâmica natural das paisagens, além de estarem associados ao conjunto das relações socioeconômicas, que compreende a sociedade como agente modificadora e produtora do espaço, permite um estudo geoambiental, ou seja, integrado, da relação sociedade-natureza.

Assim, a natureza, uma vez modificada pela dinâmica dos processos de ocupação humana, torna-se meio para a implementação de novas atividades econômicas, que continuamente fornecem um novo arranjo espacial ao espaço físico, que, à luz da Análise Geoambiental, permite ao pesquisador ter uma visão de conjunto das relações ocorrentes sobre os sistemas ambientais.

Para melhor aprofundamento do estudo integrado da natureza, mediante a Análise Geoambiental, a metodologia de fragilidade ambiental surge como uma abordagem integrativa dos elementos do potencial ecológico e da exploração biológica, além do estudo do potencial de uso socioeconômico desses elementos.

Segundo Ross (1990) e Ross et. al., (2008), essa metodologia emerge da necessidade de estudos em bacias hidrográficas para compreender o grau de limitações e de potencialidades dos elementos naturais, propondo meios mais eficazes de planejar e ordenar a utilização da terra. Melhor conceituação desta metodologia é discutida posteriormente ao subitem seguinte.

2.3 Desnaturalização da sociedade em estudo de sistemas ambientais

Os fatores sociais e econômicos, na conceituação de geossistemas proposta por Sotchava e Bertrand como “ação antrópica”, são situados e compreendidos no mesmo nível de análise dos demais elementos naturais. Implica dizer, então, que existe uma perspectiva naturalizante dos condicionantes sociais, em que as alterações causadas pela sociedade são diluídas e encaradas como dinâmica natural, pois o homem é considerado como mais um elemento inter-relacionado aos demais na dinâmica do geossistema (CLAUDINO SALES, 1993).

Isto fica bem evidenciado quando Sotchava (1977) ensina que “[...] fatores antropogênicos e espontâneos, condicionando a estrutura de um Geossistema, podem em todos os casos, ser referidos a categoria de naturais, mesmo quando seguem certos procedimentos socioeconômicos.” (P. 07).

Não obstante, o que se questiona é o fato de que a estrutura da sociedade como agente de transformação, permeada pelas relações sociais, econômicas, políticas e culturais, não é revelada nessa linha de pensamento teórico e prático, fazendo com que se questione a capacidade explicativa do conceito de “ação antrópica”.

Monteiro (2008) ressalta a grande dificuldade de se discutir o papel da sociedade na ação sobre os geossistemas por aqueles que formularam a Teoria. Observa que os estudiosos devem considerar o fato de que George Bertrand tem por formação a Biologia, e na ocasião de formulação da Teoria Geossistêmica ser estudioso da Biogeografia dos Pirineus. Não se deve esquecer do contexto histórico de estruturação e concepção em que a Teoria Geossistêmica foi realizada, e muito menos negar a sua importância e contribuição para o desenvolvimento de pesquisas em Geografia Física. Ela foi elaborada, no entanto, em outra realidade geográfica em que muitos fatores da proposta inicial não condizem mais com o momento atual.

Monteiro (2008) considera não ser somente desejável, mas obrigatório, para os geógrafos, problematizar e inserir o papel das relações socioespaciais na participação ativa dos geossistemas. A dificuldade, entretanto, reside justamente na forma como deve ser trabalhada a sociedade em pesquisas que tratam de sistemas ambientais e de como conciliar a Teoria Geossistêmica com aquela de formação socioespacial, do espaço como processo e produto social.

Sobre este fato Bernardes e Ferreira (2003) garantem que, nas relações entre sociedade e natureza, os homens estão condicionados a um determinado nível de desenvolvimento de suas forças produtivas e do modo de relações que a eles corresponde.

Assim, por estar inserida em um sistema econômico de acumulação desigual e combinada, a sociedade não se apresenta de modo integrativo aos sistemas e subsistemas ambientais, mas sim como fator de apropriação dos elementos naturais, que vão sendo transformados em recursos e postos como meios de valor de troca e produção a serem incorporados ao mercado.

[...] as práticas econômicas, um aspecto particular das demais práticas sociais, modificam o espaço físico na condição de valor de uso e de troca, gerando uma dinâmica de mercado em torno do próprio espaço, dinâmica essa que inclui a produção de bens materiais e a adequação do meio ambiente circundante às necessidades sociais. (BERNARDES e FERREIRA, 2003, p.25).

Moraes (2005) e Rodrigues (2009) salientam o fato de que nas pesquisas desenvolvidas e que se dizem enquadrar como análise ambiental, estas se apropriaram da expressão “abordagem integrativa” para afirmar que há uma discussão dos aspectos naturais e sociais. Observa-se, porém, que não se confere importância necessária à análise dos processos políticos, econômicos e culturais, ensejando um empobrecimento significativo e a superficialidade da análise dos agentes que produzem e reproduzem espaço.

Observa-se que, em estudos ambientais,

Entender as relações da sociedade/natureza no atual período histórico com a compressão do tempo/espaço, com a aceleração de apropriação e uso das riquezas naturais, produção e reprodução do espaço é uma tarefa essencial e complexa. (RODRIGUES, 2009, p. 179).

Apesar de o homem também ser compreendido como parte integrante da natureza, como um ser biológico, ele se diferencia dos demais seres vivos, por possuir consciência que implica a capacidade de autorreflexão e autocrítica, devendo ser compreendido como ser social e não somente como ser biológico, numérico e abstrato. Em decorrências desses fatores, associados às relações socioeconômicas e dos modos produtivos desenvolvidos ao longo da história, a sociedade não pode ser diluída e encarada simplesmente como dinâmica natural.

Na perspectiva de Coelho (2001), é necessário demonstrar a importância das relações socioespaciais e do modo como está estruturada a sociedade para o entendimento da problemática ambiental. Isto porque é por este entendimento da estruturação e reestruturação socioespacial que são compreendidas, por exemplo, que as áreas de maior fragilidade ambiental e, portanto, de risco ambiental, geralmente, são destinadas aos segmentos sociais menos favorecidos economicamente.

Monteiro (1978) procura evitar a consideração das relações entre a natureza e sociedade como antagonismos entre sistemas. Busca compreender essa relação como “[...] um sistema singular, de tipo complexo e cibernético.” (P. 45). Segundo esse autor, o homem é visto, não sem razão, como um vilão responsável

pela destruição da natureza, porém é necessário compreender também que a sociedade é capaz de empreender na natureza sistemas catalisadores no jogo de relações, além de ser “[...] capaz de introduzir circuitos positivos de *‘feed-backs’* regeneradores e autorreguladores do sistema.” (MONTEIRO, 1978, p. 45).

A sociedade, por conseguinte, não deve somente ser interpretada como elemento que interfere e modifica a dinâmica do fluxo de matéria e energia, ou como um conjunto de seres vivos intrusos, indesejáveis e vilões do meio, mas sim buscar compreender como e por que as ações ocorrem; como sucede o processo de dilapidação dos sistemas ambientais, do seu esgotamento e da poluição, por exemplo. Que fatores, decisões, opções políticas, estão por trás dos processos de degradação e do descumprimento dos aspectos normativos da legislação ambiental, se o desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e pesquisas como esta são desenvolvidas para que fatores como estes sejam evitados?

O que explica que os sistemas e subsistemas ambientais se tornem objeto de consumo por determinados grupos sociais e se tornem meios potenciais de acumulação de capital para a especulação imobiliária? Como entender que esse mesmo processo se reflete na valorização e desvalorização do espaço e na segregação socioespacial dos grupos sem condições de renda em adquirir esses novos objetos de consumo simbolicamente criados? E como esses mesmos grupos, ao produzirem e consumirem espaço, ocasionam ambientes degradados se têm como consumo o “bem-estar” de viver próximo à natureza?

Essas questões são fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa, visto que as relações sociais, que produzem degradação e impacto ambiental, estão relacionadas e condicionadas a aspectos políticos, econômicos e culturais que ultrapassam os limites naturais de uma bacia hidrográfica.

Para que haja a compreensão de todos esses fatores envolvidos, exige-se necessariamente um entendimento e reflexão das relações sociais de produção e consumo do espaço, de como ocorre a transformação dos sistemas ambientais em objetos de consumo e de como estão inseridos num âmbito socioespacial mais amplo, não estando, portanto, somente determinados pontualmente a limites físico-territoriais.

Não buscar compreender esses processos é esvaziar a discussão, é trabalhar somente com causas e efeitos de impactos, não entendendo como a

sociedade produz ambientes degradados, como organiza o acesso e uso dos sistemas ambientais.

Seguindo esta linha de raciocínio, a pesquisa adotará a Teoria Geossistêmica para análise dos sistemas ambientais, porém atualizando-a e buscando compreender a sociedade como agente produtora e consumidora do espaço, fundamentado em um modelo socioeconômico desigual e combinado, que se efetiva em relações sociais de produção do espaço, e não simplesmente como elemento da dinâmica natural.

O modelo socioeconômico vigente, nada obstante, visualiza os sistemas ambientais como recursos a serem incorporados privadamente ao sistema produtivo, sem o devido respeito à dinâmica e evolução das paisagens, refletindo em alterações substanciais que degradam os componentes naturais e que se refletem no bem-estar da própria sociedade.

É necessário ressaltar, todavia, o fato de que o entendimento das alterações ambientais se baseará nos conceitos de degradação e impacto ambiental. Para Araújo et. al. (2005), a degradação corresponde a qualquer alteração contrária aos processos, relações e funções dos componentes ambientais que comprometem a qualidade ambiental. A dicção tem correspondência direta, desta forma, com impacto ambiental negativo.

A compreensão da totalidade dos elementos naturais e condicionantes sociais envolvidos é parte essencial para o entendimento da degradação ambiental, na busca de soluções que visem a identificar, minimizar e recuperar os efeitos negativos já manifestados em uma determinada área que passou por processos de degradação, buscando conciliar, assim, o difícil liame entre o desenvolvimento das atividades econômicas com o menor prejuízo possível à natureza, o que nem sempre é compreendido por determinados agentes sociais.

É consenso entre diversos autores (CHRISTOFOLETTI, 1993; COELHO, 2001; AB'SABER, 2006; e SÁNCHEZ, 2006) a ideia de que o conceito de impacto ambiental está seguramente relacionado às alterações que os diferentes grupos sociais causam à natureza em um ou mais de seus componentes, influenciando negativamente nas características visuais, nos fluxos de matéria e energia, modificando, assim, o equilíbrio natural dos sistemas, mesmo que a atividade venha a ser considerada benéfica socialmente.

Destarte, as atividades socioeconômicas devem ser verificadas para adentrar o conhecimento dos estudos de impacto ambiental, pois o modo como essas atividades são implementadas no espaço é que causam o impacto. Com efeito, concorda-se com o conceito definido por Coelho (2001), ao assinalar que o impacto ambiental é

[...] o processo de mudanças sociais e econômicas causado por perturbações [...] no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimuladas pelos impulsos das relações entre as forças externas e internas à unidade espacial ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação da sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente. (P. 25).

Deve ser compreendido ainda o fato de que impacto ambiental difere do conceito de degradação pelo caráter benéfico (geralmente social) ou adverso (ambiental) que determinada atividade causa num certo período e numa dada área, diferentemente da degradação, que tem conotação sempre negativa, como o próprio significado da palavra denuncia.

O significado de impacto ambiental conferido pela legislação ambiental brasileira está mais bem definido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA n.º. 01, de 23 de janeiro de 1986, presente no Art. 1º, que conceitua impacto ambiental como:

Art 1º - [...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam:

- I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. a biota;
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. a qualidade dos recursos ambientais

Decerto, o conhecimento sobre a realidade terrestre dos diferentes arranjos espaciais dos componentes e o modo como estão inter-relacionados permite identificar como os impactos, que têm causas e objetivos socioeconômicos, podem interferir nas relações da natureza, o que possibilita a realização de um planejamento ambiental mais adequado à implantação das técnicas, considerando e respeitando, para isto, a dinâmica natural, como será discutido no próximo subitem.

2.4 Fragilidade ambiental como metodologia e instrumento de Planejamento Ambiental em bacias hidrográficas

A metodologia, bem como o conceito de fragilidade ambiental, têm seus fundamentos teórico-metodológicos na Ecodinâmica da Paisagem proposta por Jean Tricart (1977). Nesse trabalho, Tricart delinea o estudo da natureza na perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas inter-relacionando com aspectos das Ciências Biológicas, mais precisamente da Ecologia, no que diz respeito aos ecossistemas. Busca interpretar a dinâmica dos sistemas ambientais pelo balanço entre morfogênese e pedogênese, levantando as condições de estabilidade ou instabilidade do meio e indicando os melhores estados de utilização desses sistemas pela sociedade de forma integrada.

Ao desenvolver a metodologia para compreensão das mudanças da natureza, Tricart (1977) diz que a dinâmica natural deve ser o ponto de partida para análise e classificação do ambiente. Na natureza, as forças constantes de matéria e energia fazem com que os componentes permaneçam em estado de equilíbrio dinâmico, sendo interrompidos quando há grandes variações nos sistemas sejam por motivos naturais ou por meio das intervenções sociais, ensejando estados de desequilíbrio.

Com esse entendimento, o autor definiu as unidades de paisagem conceituando-as como Unidades Ecodinâmicas ou Unidades Morfodinâmicas, em três categorias principais: unidades dos ambientes estáveis, quando os sistemas estão em estado de equilíbrio dinâmico; unidades dos ambientes fortemente instáveis, quando em situações de desequilíbrio, e, entre essas duas categorias, estão as unidades dos ambientes *intergrades*, área de transição entre as estáveis e as instáveis.

Com tal classificação e metodologia de estudo da natureza, Ross (1990, 1994, 2001, 2004) e Ross et. al., (2008) ampliam os conceitos utilizados por Jean Tricart, inserindo novos critérios de classificação para entendimento do ambiente, visando ao conhecimento das potencialidades, bem como às limitações dos componentes naturais, ao direcionar as práticas de uso e conservação da natureza, principalmente, para aplicação de pesquisas em bacias hidrográficas, fornecendo, assim, conceitos que pudessem subsidiar o Planejamento Ambiental.

Na ampliação desses conceitos, Ross (1990) empregou critérios, baseando-se em diferentes graduações para classificação do ambiente, denominado de níveis de fragilidade ambiental, porém somente para as unidades ecodinâmicas estáveis e para as unidades ecodinâmicas instáveis. As unidades *intergrades* não foram utilizadas pela dificuldade de delimitação e reconhecimento no espaço.

As unidades ecodinâmicas instáveis foram denominadas em Ross (1994) como instabilidade emergente, definidas como aquelas em que as intervenções da sociedade modificaram intensamente os ambientes naturais mediante práticas econômicas as mais diversas. E as unidades ecodinâmicas estáveis passaram a ser denominadas como de Instabilidade Potencial, uma vez que estão sujeitas a possíveis intervenções sociais que podem descaracterizar seus componentes naturais (ROSS, 1994). Além disso, o conceito de “estabilidade” para referir-se aos sistemas naturais é questionável, visto que sua organização e seu funcionamento são sempre dinâmicos.

A concepção de fragilidade ambiental parte assim da dinâmica de como funcionam e se organizam os sistemas e subsistemas ambientais em face das intervenções sociais mediante “[...] análises integradas das relações sociedade-natureza, onde se admite como princípio lógico que os seres humanos são o centro das preocupações e que as questões ambientais são antes de tudo socioculturais.” (ROSS, et. al., 2008. p. 73).

As graduações são definidas em cinco categorias / classes de fragilidade ambiental, por intermédio de uma hierarquia nominal que podem ser representadas por números / códigos, quais sejam: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5), tanto para as unidades ecodinâmicas instáveis ou de instabilidade emergente, como para as unidades ecodinâmicas estáveis ou de instabilidade potencial.

Para a elaboração e classificação da fragilidade ambiental exige-se o conhecimento integrado das potencialidades e limitações dos sistemas naturais, como hidroclimatologia, pedologia, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, além do uso da terra; para que, com base nisso, classificar áreas mais propícias à utilização agrícola e/ou urbana/industrial pela sociedade, de modo a identificar melhor a suscetibilidade da natureza em função dos riscos potenciais de um lado e dos aspectos da degradação dos ambientes de outro.

Assim, para efeito de procedimentos são analisadas de forma conjunta as características a seguir, para estabelecimento das classes de fragilidade, com base em Ross (1990, 1994) e Ross et al., (2008):

- Aspectos da geomorfologia da área – possibilitam elaborar a carta geomorfológica, estabelecendo categorias hierárquicas dos Índices de Dissecação do Relevo, em que é possível estabelecer a densidade de drenagem e o grau de entalhamento dos vales fluviais, ou mesmo classes de declividade do relevo, caso a análise seja efetuada numa escala de menor detalhamento.

- Aspectos pedológicos – com arrimo nos quais se analisam as potencialidades e limitações das diferentes classes e associações de solos, observando os aspectos geológicos, para entendimento da relação relevo/solo/rocha, o que permite elaborar classes de fragilidade com assento no cruzamento dessas informações.

- Os aspectos das diferentes unidades fitogeográficas, compreendendo e classificando a área de pesquisa de acordo com os diferentes graus de proteção que a cobertura vegetal proporciona ao solo. Deve-se observar ainda o comportamento dos aspectos climato-hidrológicos, principalmente da precipitação relativa à concentração, à intensidade e ao volume. Estes fatores permitem indicar também a densidade dos aspectos de uso e ocupação da terra.

Considerando que a bacia do Coaçu se localiza predominantemente sobre relevos planos, não foram considerados os índices de dissecação do relevo, procedimento apropriado para determinação da fragilidade geomorfológica em mapas de escalas médias como de 1:100.000, mas que, para a Bacia em apreço, não permitirá indicar diferenças significativas da topografia do terreno e, portanto, diferentes classes de fragilidade. Soma-se a isto o fato de que os rios e riachos possuem baixa capacidade de incisão linear, denotando pouco grau de entalhamento do relevo pelos rios. Levou-se em consideração, porém, a análise das características genéticas dos componentes quanto à susceptibilidade e vulnerabilidade a processos de alteração, tanto naturais (potenciais) quanto sociais (emergentes).

Serão considerados, no entanto, fundamentalmente, os estudos dos solos, suas limitações e potencialidades, estabelecendo o cruzamento das informações relevo/geologia/solos, que indicarão importantes categorias de

fragilidade ambiental na Bacia; os graus / estados de proteção da cobertura vegetal, que indicarão quão vulneráveis estão os solos, além da importante compreensão das diferentes formas de uso da terra.

Todas essas informações serão realizadas com base no levantamento geoambiental da área, onde a aplicação da fragilidade ambiental será uma complementação desse levantamento e não o eixo central da pesquisa.

É válido ressaltar que a metodologia de fragilidade ambiental ainda não foi aplicada no Estado do Ceará na concepção desenvolvida em Ross (1990, 1994). Os trabalhos de fragilidade encontrados deram-se sobre componentes ambientais das regiões do centro-sul do País, com aspectos e especificidades muito diferentes dos encontrados no território cearense. Por esse motivo, e como forma de subsidiar a aplicação da fragilidade ambiental sobre os sistemas e subsistemas da bacia do Coaçu, foram utilizados os estudos consagrados e amplamente aplicados de Souza (1988, 2000).

O estudo da fragilidade ambiental é um importante instrumento de planejamento ambiental, indicador da situação, da dinâmica de funcionamento, organização e do estado em se encontram os sistemas ambientais ante a dinâmica de ocupação e incorporação de novas áreas e, por conseguinte, de transformação da paisagem.

A bacia hidrográfica como unidade de pesquisa demonstra-se como excelente temática de estudo e aplicação de tal metodologia, por compreender o conjunto de elementos e fatores envolvidos em sua área, além de ser reconhecida técnica e cientificamente como unidade básica para o planejamento ambiental (BOTELHO, 2004; GUERRA e CUNHA, 2004).

Apesar desta pesquisa não procurar realizar um zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Coaçu, com a materialização do estudo da fragilidade ambiental, será possível indicar diretrizes e limitações de ocupação e uso da área, com o entendimento das fragilidades do espaço físico, de modo que haja respeito à dinâmica natural e das áreas de conservação do ambiente, concretizando e subsidiando, assim, o planejamento ambiental da Bacia.

2.5 Material e procedimentos metodológicos

Segundo Venturi (2005), é necessário ter conhecimento e consciência da técnica, do seu significado e do papel que ela desenvolve na produção científica, uma vez que “[...] o domínio das técnicas pode assegurar ao cientista maior confiabilidade e controle sobre os dados que irão subsidiar seus argumentos.” (P. 14).

Seguindo esta asserção, os procedimentos metodológicos a seguir apresentados resultam de uma busca sistemática e de revisão em diversos materiais bibliográficos e geocartográficos, ao longo desses últimos dois anos, tendo em vista alcançar os objetivos propostos para materializar esta investigação.

A etapa de levantamento bibliográfico foi a primeira a ser executada e sua revisão foi uma constante no desenvolver do trabalho, fornecendo subsídios teóricos e investigativos da área de estudo, além de ratificar os conceitos e categorias de análise.

Dentre esses conceitos e categorias de análise utilizados, a revisão deu-se principalmente sobre: sistemas ambientais; teoria sistêmica; geossistemas; análise geoambiental integrada; bacia hidrográfica; fragilidade ambiental; planejamento ambiental; degradação e impacto ambiental, com fundamento nos seguintes autores: Bertalanffy (1975); Nascimento (2003a, 2003b); Nascimento e Sampaio (2004/2005); Veado (1995); Sotchava (1977); Bertrand (1972); Tricart (1977); Souza (2000); Troppmair (2004); Ross (1990, 1994); Coelho (2001); Botelho (1999); Botelho e Silva (2004); Christofolletti (1979, 1980, 1998, 1999) e Guerra e Cunha (2004).

Já para a abordagem dos conceitos e categorias que se relacionam aos aspectos socioeconômicos, e que orientaram tal discussão, foram definidos os seguintes: relação sociedade-natureza; agentes produtores do espaço; uso e ocupação do solo; apropriação da natureza; valorização e desvalorização do espaço; segregação socioespacial, destacando-se fundamentalmente os estudos de: Bernardes e Ferreira (2003); Moraes (2005); Souza (2000); Ribeiro (1997, 2000, 2004); Carlos (2006, 2007); Casseti (1995, 2002); Vilhaça (2001); Porto-Gonçalves (2006); Suertegaray (2006); Rodrigues (1998, 2009) e Mendonça (2001).

As buscas se efetivaram em bibliotecas públicas de Fortaleza em diversas instituições (universidades, institutos de pesquisa, instituições governamentais). Foram pesquisados também anais de congressos na área de Geografia; documentos e relatórios técnicos que dissessem respeito à área de estudo, além de levantamentos pela *internet* em sítios das universidades brasileiras e de órgãos que fornecem dados e materiais bibliográficos relacionados à temática de estudo. Ademais, artigos em revistas eletrônicas; bibliotecas virtuais; Google Acadêmico; principais jornais eletrônicos do Estado do Ceará, como: O POVO, Diário do Nordeste e O Estado, além de jornais eletrônicos disponíveis de outros estados da Federação.

Uma vez levantados esses materiais bibliográficos, foi elaborada uma lista de forma seletiva, das principais bibliografias a serem utilizadas, de modo a não tornar dispersiva essa etapa do trabalho, revisando sempre os pressupostos teóricos e os objetivos propostos para a materialização da pesquisa.

Buscaram-se, ainda, materiais bibliográficos de pesquisas anteriores que porventura já haviam sido concretizados na área em estudo como monografias, dissertações, teses, artigos e livros. Constatou-se, então, que muito pouco foi pesquisado sobre a Bacia em apreço, de forma específica e detalhada, visto que nenhuma monografia, dissertação ou tese, foi encontrada. Somente estudos mais amplos relacionados ao rio Cocó foram localizados, os quais inseriram dados contingenciais e informativos sobre a bacia do Coaçu, por considerarem esta uma sub-bacia do rio anterior. Entre esses trabalhos, podem ser citadas as dissertações de Viana (2000), Soares (2005) e Santos (2006), como as mais representativas.

Em continuidade e concomitantemente à revisão da literatura foi procedida à etapa de levantamento do material que auxiliasse não somente no entendimento teórico de como os componentes se apresentam associados e de forma integrada no espaço e de como ocorrem suas relações e interdependências, mas também na identificação, análise e compreensão dos variados componentes naturais existentes no perímetro da bacia hidrográfica do rio Coaçu, como a litoestratigrafia, as unidades e feições geomorfológicas, os aspectos hidroclimatológicos, os solos e a vegetação.

Dentre os principais materiais e autores que discutem e trabalham com esses atributos ambientais, destacam-se: Brandão et. al (1995); Brandão (1995); Souza (1988, 1997, 2000), Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana

de Fortaleza, publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (1998); Projeto Radam Brasil – Folha Fortaleza (1981); Diagnóstico da Zona Costeira do Ceará, desenvolvido pela Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – AQUASIS (2003); Levantamento Exploratório de reconhecimento de solos do Estado do Ceará, publicado pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE (1974); Lepsch (2002); Pereira e Silva (2005); Classificação de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1999); Figueiredo (1997); Rizzini (1997); Fernandes (1998, 2006); Nimer (1977); Ferreira e Melo (2005) e dados da Fundação Cearense de Meteorologia – FUNCEME.

Compreendidos e identificados os componentes naturais da bacia do Coaçu no plano teórico, iniciou-se a etapa de levantamento, análise e tratamento do material geocartográfico, além de trabalhos empíricos de campo que pudessem proporcionar a representação daqueles componentes naturais, mas também dos condicionantes socioeconômicos, mediante a elaboração de mapas específicos para área de estudo.

Os produtos geocartográficos e os respectivos órgãos e/ou departamentos de geoprocessamento onde foram adquiridos, e que estavam disponíveis para a execução dos levantamentos e produção de mapas temáticos, foram:

- Carta topográfica, Folha SA-24-Z-C-IV-Fortaleza. Escala 1:100.000 e Carta topográfica, Folha SA-24-Z-C-V-Aquiraz. Escala 1:100.000; as duas em formatos analógicos e digitais do acervo do IDACE produzidas pelo Ministério da Defesa (Exército – Divisão de Serviço Geográfico / DSG) e pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE;
- Carta Geológica. 1:100.000 – Projeto grande Fortaleza. Elaborada através das imagens TM *Landsat 5* – tomadas em 1985 e disponibilizada pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM;
- Atlas digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará, na escala 1:500.000, CPRM, 2003, em CD-ROM;
- Mapa de solos do Estado do Ceará na escala de 1:600.000, disponibilizado pelo Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará – IDACE;
- Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza, na escala de 1:150.000 (BRANDÃO, 1995);

- Cartas planialtimétricas disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, na escala de 1:20.000, datadas de 1976, nas seguintes folhas: SA – 24 – Z-C-IV-4-C (Fortaleza); SA – 24 – Z-C-V-3-A (Fortaleza); SA – 24 – Z-C-V-4-F (Fortaleza); SA – 24 – Z-C-V-3-G (Aquiraz); SA – 24 – Z-C-V-3-D (Aquiraz); e SA – 24 – Z-C-IV-4-I (Pacatuba).

Todos esses materiais, principalmente as cartas planialtimétricas do INCRA, possibilitaram a delimitação precisa e rigorosa da bacia hidrográfica do rio Coaçu, por conter as curvas de nível e as cotas altimétricas; além, é claro, dos recursos hídricos de uma maneira geral, que nessas cartas foram configurados com suporte em fotografias aéreas de 1975 (Levantamento Cruzeiro do Sul), e divulgados em 1976. Possui escala de detalhe de 1:20.000 que cobre suficientemente os objetivos propostos neste trabalho.

Os produtos de sensoriamento remoto possuíam escalas e resoluções diferentes, fato que exigiu maior precisão ao georreferenciá-los, conforme a escala de análise proposta e discutida em seguida, quais sejam:

- imagens do satélite *Quickbird*, com resolução espacial de 0,60 m, datadas de 2004, cedidas pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará – SEMACE;
- imagem do satélite *SPOT 5*, com resolução espacial 5m, datado do ano de 2004, igualmente de posse da SEMACE e cedida por esse órgão;
- fotografias aéreas, na escala 1:70.000, Cruzeiro do Sul, 1968, adquiridas junto à CPRM;
- ortofotocartas em escala de 1:8.000, cobertura aerofotogramétrica de 2001, disponibilizada pela Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Fortaleza – SEINF;
- imagens do Google *Earth Pro. 4.2*, que possibilitou a aquisição de efígies de alta resolução espacial; e
- imagem SRTM, que possibilitou a aferição das curvas de níveis e divisores topográficos.

Com relação aos programas utilizados para a elaboração dos mapas, têm-se: *MicroStation MSSE*; *Image Analyst*; *SPRING 5.1*; *ArcGis 9.2*; *Arc View GIS*

3.2; *Global Mapper 7*; Editor de texto *Microsoft Office Word 2007*; Planilha eletrônica *Excel 2007*; Editor de apresentação *Power Point*; *CorelDRAW* versão 12.

O programa *Google Earth 4.2* permitiu adquirir imagens sem distorção de resolução, os quais abrangeram toda a área da Bacia, além de fornecer coordenadas tanto no Sistema Universal Transverso de Mercator – UTM, como em graus, minutos e segundos, facilitando nos trabalhos posteriores de tratamento e de georreferenciamento de imagens. Cabe ressaltar que o Datum Geodésico Horizontal adotado foi o SIRGAS 2000.

No que se refere à escala adotada para a elaboração dos mapas temáticos, foram considerados o tamanho da área da bacia e os possíveis objetos a serem mapeados. Inicialmente, pensou-se em utilizar a escala de 1:75.000, porém nem todos os objetos foram mapeados nessa escala, levando em consideração o fato de que os mapas seriam impressos em papel A3 (297 mm de altura por 420 mm de largura). Optou-se, desta forma, pela redução da escala, 1:100.000, sendo, portanto, a escala mais adequada possível de representação, observando que o menor objeto mapeado possui 20 m lineares ou 400 m², estando os possíveis erros dentro das normas e Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC.

O tratamento, análise e interpretação dos produtos geocartográficos deu-se da seguinte forma: primeiramente, conversão dos produtos que ainda estavam em meio analógico para o meio digital; no segundo momento, a conversão dos produtos em diversos formatos para o formato DGN; num terceiro, os produtos foram georreferenciados por meio do programa *Image Analyst* que utiliza como plataforma o *MicroStation MSSE*; por fim, foram levados a efeito a identificação, interpretação e vetorização dos sistemas e subsistemas ambientais, bem como as diferentes formas de uso e ocupação nesse mesmo programa e *software* de CAD.

Para auxiliar o mapeamento, além de ser uma etapa essencial do trabalho, a pesquisa de campo permitiu a verificação *in loco* das informações adquiridas por intermédio das bases cartográficas, como as cartas planialtimétricas do INCRA, além das imagens de satélite e fotografias aéreas. Propiciou ainda, uma compreensão mais adequada da estrutura e organização dos sistemas e subsistemas ambientais.

Os trabalhos de campo foram efetivados de forma sistemática, em média, a cada dois meses, desde junho de 2008. Ao todo foram realizadas nove idas ao campo, sendo que três delas em períodos chuvosos: 27/01/2009; 27/03/2009 e

28/05/2009; três em períodos secos: 22/09/2008; 01/11/2009 e 18/11/2008; além de três que podem ser consideradas como em período de transição nos intervalos de secos e chuvosos: 26/06/2008; 10/07/2008 e 01/07/2009.

Para isto foram utilizados dois GPS's – *Global Position System* (modelo *Garmim 12 xl*, com 12 canais), cujo método de posicionamento foi o absoluto, com erro teórico de 10 m. Apesar de haver a possibilidade de melhoramento deste erro, ele se encontra dentro das normas e Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC, adequado para a escala de mapeamento previamente estabelecida, que foi de 1:100.000.

A utilização do GPS serviu para captação, em campo, de pontos de controle, de modo a auxiliar nos programas o georreferenciamento das principais imagens de satélite e fotografias aéreas utilizadas (especificadas em subtópicos posteriores), além de atualizá-las. Isto foi realizado mediante a seleção prévia de feições artificiais, como: cruzamentos de estradas, cantos de cercas, cantos de muros de indústrias e limites de pontes, que pudessem ser visualizados tanto nas imagens do Google *Earth 4.2* como na imagem de satélite *Quickbird*, por exemplo, por possuírem alta resolução, permitindo, portanto, a identificação dessas feições.

No que se refere aos equipamentos, foi utilizado veículo automotor L200 GL, cor branca, 4p, diesel, para a realização dos trabalhos de campo. Foram empregados também, duas máquinas fotográficas digitais com 7.2 *megapixel* de resolução, para o registro fotográfico; computador Intel 2.20 Ghz, Core 2 Duo, com 1Gb de memória e 160Gb de espaço em disco rígido (HD), monitor LCD 17 pol. para a digitação e elaboração prévia dos mapas temáticos; e impressora HP C4280. Foi utilizada ainda a infraestrutura do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFC, para a elaboração final dos mapas temáticos que serão discutidos em seguida.

A interpretação e classificação das imagens e fotografias aéreas foi realizada de forma visual, uma vez que a classificação digital das principais imagens utilizadas, como a *SPOT 5*, a *Quickbird* e as imagens do Google *Earth Pro. 4.2*, comprometeria seriamente a elaboração dos mapas, visto que existe grande diversidade de feições irregulares (feições naturais - solo exposto, vegetação, rios e lagoas, por exemplo) e feições regulares (ocupações e usos – plantações, estradas, indústrias, áreas urbanizadas) a serem mapeados.

A interpretação e taxonomia visual, porém, ocorreram de forma a observar atentamente elementos como tonalidade, tamanho do objeto, forma, sombras, textura e o padrão dos arranjos espaciais, observando a repetição de formas e feições, auxiliados e confirmados, essencialmente, pelas pesquisas de campo, de modo a se extrair, com a maior exatidão possível, as informações sobre os objetos espaciais e feições naturais representados nos materiais cartográficos disponibilizados.

Os procedimentos para elaboração dos mapas temáticos citados a seguir, bem como a análise de variáveis e as possíveis fontes de informação que complementaram o desenvolvimento do trabalho da dissertação, ocorreram da seguinte forma:

1 Mapa Básico da bacia hidrográfica do rio Coaçu – Foi elaborado essencialmente através das cartas planialtimétricas do INCRA de 1976, onde se buscou delimitar a área da Bacia e identificar os rios, riachos, lagoas e açudes; curvas de nível e pontos cotados, além das sedes municipais. Esses objetos identificados e mapeados foram posteriormente atualizados por meio das imagens do Google *Earth Pro*. 4.2 e *SPOT 5*, corrigidos e/ou ratificados em trabalhos de campo.

2 Mapa de Geologia e Geomorfologia – Primeiramente, foram identificadas as diferentes unidades geológicas, bem como unidades geomorfológicas e respectivas feições no plano teórico, por meio da pesquisa bibliográfica. Dentre as principais, estão: Brandão et. al (1995), Brandão (1995), trabalhos de Souza (1988, 1997 e 2000), Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza, publicado pelo DNPM (1998), Radam Brasil (1981), e AQUASIS (2003).

No campo prático, mediante os trabalhos de campo, foi possível ratificar e checar sobre a realidade terrestre as unidades reconhecidas no patamar teórico. Partiu-se, então, para a etapa de elaboração do mapa, utilizando como bases cartográficas, principalmente: a Carta Geológica, 1:100.000 - Projeto Grande Fortaleza; Mapa Geológico da RMF, na escala de 1:150.000 e cartas planialtimétricas do INCRA. Por conter a topografia do terreno, as cartas planialtimétricas permitiram a delimitação das feições geomorfológicas, posteriormente confirmado pelas imagens do *Google Earth Pro 4.2*, *Quickbird* e *SPOT 5*, propiciando a identificação e a classificação visual dos sistemas e

subsistemas ambientais por via da diferenciação da tonalidade, tamanho do objeto, forma, sombras, textura e padrão dos arranjos espaciais, observando sempre a repetição de formas e feições.

Os elementos naturais foram identificados, desta maneira, com apoio na relativa homogeneidade dos padrões espaciais, ou seja, das unidades de paisagem no conjunto da área de estudo.

Ressalta-se que no Mapa Geológico-Geomorfológico, por meio das atividades de campo, foi difícil estabelecer uma separação das feições relacionadas à Depressão Sertaneja, de natureza granitóide-migmatítica, com as formas dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, pertencentes ao Grupo Barreiras, de natureza deposicional, por não apresentar uma ruptura topográfica de fácil identificação, além de não haver mudança significativa dos tipos de solos e, essencialmente, diferenciação do recobrimento vegetal, caracterizando-se como área de transição.

De forma a não haver dúvida na elaboração do mapa nessa porção espacial da bacia do Coaçu, no entanto, foram estabelecidos os limites areais desses subsistemas citados há pouco, na Carta Geológica, 1:100.000 da CPRM. Faz-se necessária, porém, a realização de estudos geológicos detalhados posteriores naquela área, a serem realizados por outros pesquisadores, para corrigir possíveis erros de interpretação.

Realizadas estas etapas, foram identificadas, caracterizadas, apresentadas e quantificadas as distribuições espaciais das respectivas áreas das diferentes unidades litoestratigráficas, indicando as diferentes litologias e aspectos cronológicos, a subcompartimentação das unidades geomorfológicas, além das feições geomorfológicas existentes na bacia do Coaçu, permitindo assim a elaboração do mapa geológico e geomorfológico.

3 Mapa de solos e vegetação - Com relação ao estudo de solos e vegetação, a bibliografia básica utilizada refere-se ao Levantamento Exploratório de Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, elaborado pela SUDENE (1974); além dos trabalhos de Souza (1998, 1997, 2000); Lepsch (2002); Pereira e Silva (2005); Radam Brasil (1981); Brandão et. al (1995) e AQUASIS (2003).

Para efeito explicativo, foi utilizada a nova denominação dos solos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Para a elaboração do mapa, o procedimento foi o mesmo utilizado no Mapa de Geologia e Geomorfologia, porém com apoio no Levantamento Exploratório da SUDENE (1974);

Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará, na escala 1:500.000 da CPRM (2003), e o mapa de solos disponibilizado pelo IDACE, além é claro, das cartas planialtimétricas e das imagens retrocitadas.

Esses materiais auxiliaram desde a utilização conjunta da bibliografia na identificação das classes de solos dominantes nas suas diversas associações, além das diferentes unidades fitogeográficas, representadas em associação a uma classe de solo.

4 Mapa Uso e Ocupação – A análise aconteceu com base em trabalhos de campo e interpretação das imagens do satélite *SPOT 5* e *Quickbird*, ambas datadas de 2004, que são as mais atuais para a região e que estão de acordo com a escala pretendida, além da utilização das imagens do *Google Earth Pro 4.2*.

Consideraram-se mapeamentos anteriores realizados na área, documentos bibliográficos que relatam a história e o processo de ocupação da região, relatórios de órgãos locais, planos diretores municipais, além de planos e projetos propostos para a área, contribuindo assim para a constituição dos quadros de ocupação.

O procedimento foi o mesmo dos mapas anteriores, buscando interpretar, essencialmente, o avanço do uso/ocupação da terra em detrimento da conservação da cobertura vegetal mediante a identificação das diferentes feições e formas regulares das variadas tipologias de ocupação, caracterizando-as pela intensidade de uso e possíveis indícios de manejo, quantificando o percentual de cada tipo ocupado na área, além de analisar, não somente a situação atual, como também as mudanças recentes no processo histórico de ocupação da área.

Buscou-se retratar, com efeito, as principais atividades socioeconômicas desenvolvidas, bem como aquelas que podem estar causando pressões exacerbadas e impactos sobre os elementos naturais. Sob tal aspecto, os principais agentes produtores do espaço foram considerados, bem como as tipologias de ocupação derivadas, dando ênfase à relação sociedade/natureza.

5 Mapa de Fragilidade Ambiental – Buscou-se elaborar o mapa baseado na metodologia desenvolvida em Ross (1990, 1994), observando as potencialidades e limitações dos sistemas e subsistemas ambientais, definindo-se cinco classes de fragilidade ambiental, tanto potenciais como emergentes, com base na integração dos aspectos pedológicos, geológicos, geomorfológicos e de cobertura vegetal, além do uso da terra. Observaram-se principalmente, as condições e susceptibilidade à

erosão dos solos, bem como dos tipos de cobertura vegetal que foram qualificados de acordo com o estado de conservação atual.

Com o cruzamento das informações e sobreposição dos mapas anteriores, elaborou-se o mapa-síntese de compartimentação do conjunto dos atributos ambientais, onde foi permitido indicar as feições cartográficas e, portanto, geoambientais mais frágeis e menos frágeis, categorizando os ambientes de acordo com as potencialidades para implantação de atividades e/ou infraestruturas e as limitações ao uso produtivo, observando as restrições de natureza legal, vulnerabilidade e susceptibilidade a potenciais processos de degradação e deficiências de utilização dos componentes naturais, direcionando as práticas de utilização e conservação da natureza.

No que tange à análise circunstanciada da base natural e das condições socioeconômicas e da problemática ambiental, os procedimentos preconizaram os aspectos na sequência comentados.

Os aspectos climato-hidrológicos foram analisados de acordo com os dados disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME e complementados com dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Ceará - PERH/CE e dados climatológicos disponibilizados pelo Instituto de Planejamento Econômico do Ceará – IPECE.

Buscou-se elaborar gráficos e tabelas de séries históricas das seguintes estações meteorológicas: Fortaleza (central) com dados disponibilizados desde 1974 (Fortaleza), Aquiraz, desde 1979, e para Itaitinga e Eusébio desde 1990. Relativamente à estação da Fundação Maria Nilva Alves, os dados estavam disponíveis somente a partir de 1999.

A caracterização do clima e das condições atmosféricas na área da bacia hidrográfica do rio Coaçu foram baseadas nos parâmetros das normais climatológicas disponibilizadas, como precipitação; temperatura máxima, média e mínima; umidade relativa; evaporação; velocidade dos ventos; nebulosidade e insolação, e interpretados considerando-se a dinâmica atmosférica.

Os dados do balanço hídrico foram efetuados através programa HIDROCEL, desenvolvido por Gessivaldo R. Costa (2006), que utiliza como fundamentação metodológica o método de Thornthwaite & Mather para os cálculos de balanço hídrico. Esses indicadores permitiram analisar as condições não

somente climáticas como também as disponibilidades hídricas da Bacia por meio dos seguintes parâmetros, principalmente Precipitação – P; Evapotranspiração Real – ETR; Evapotranspiração Potencial – ETP; Deficit Hídrico – DEF; e Excedente Hídrico.

Os dados de indicadores da qualidade da água foram tomados como base nas informações sobre balneabilidade das lagoas inseridas na bacia do rio Coaçu, como Messejana, Jacareí e Sapiranga. Esses indicadores foram disponibilizados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Controle Urbano de Fortaleza – SEMAM.

Simultaneamente à etapa anteriormente citada, foi executada a fase de levantamento de dados qualitativos, com a realização de entrevistas semiestruturadas realizadas em campo e quantitativos para a análise dos fatores socioeconômicos.

Foram levantados dados secundários estatísticos do censo demográfico do IBGE 1980/1991/2000; dados específicos dos setores censitários, e utilização como unidade espacial de análise as Áreas de Expansão de Dados – AED's do mesmo órgão do ano de 2000, além de estimativas populacionais do ano de 2009; Sistema Nacional de Indicadores Urbanos e banco de dados do grupo de pesquisa Observatório das Metrôpoles – seção Fortaleza.

De posse do levantamento, executaram-se a organização e escolha das principais variáveis a serem utilizadas, bem como a análise e interpretação destas, de modo a proporcionar a elaboração de quadros e tabelas.

Com relação às variáveis escolhidas e indicadoras da análise socioeconômica, destacam-se: porcentagem de domicílios sem rede de abastecimento de água; rede de esgoto ou fossa séptica; coleta de lixo; número de pessoas ocupadas no mercado de trabalho; rendimento mensal e nível de escolaridade.

Foram utilizados, ainda, dados dos perfis básicos municipais e anuários estatísticos disponibilizados pelo Instituto de Planejamento Econômico do Ceará - IPECE, planos diretores e matérias de jornais publicadas na área de pesquisa. Salienta-se que os jornais foram de fundamental importância para identificação dos impactos ambientais negativos que ocorrem na área, pois, mesmo com os trabalhos de campo realizados, estes não têm sido suficientes em razão da celeridade com que o espaço em estudo é produzido socialmente.

3 LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO COAÇU E CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Coaçu localiza-se entre as coordenadas 03° 45' 51" e 03° 59' 46" de latitude sul e, 38° 24' 50" e 38° 34' 25" de longitude oeste. Está inserida em sua totalidade na Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, precisamente entre os Municípios de Fortaleza, Eusébio, Itaitinga e Aquiraz.

Ocupa área total de 197,4 km², correspondente a aproximadamente 5,2 % da área total da RMF, que possui 3.805,01 km², e menos de 2 % de uma área de 20.120 km², que corresponde à Zona Costeira do Ceará.

Diferentemente da maior parte dos rios, o Coaçu possui nascentes em lagoas freáticas no Município de Itaitinga, denominadas Carapió e Caracanga e desemboca suas águas no rio Cocó, a pouco mais de 900 m da faixa de praia, em Fortaleza.

A rede de drenagem é exorreica, predominantemente paralela e meândrica-anastomosada na área de planície fluvio-marinha, possuindo um total de 36 afluentes. O principal afluente denomina-se riacho Carro Quebrado, o qual recebe águas do riacho Esso e do sangradouro da Lagoa do Ancuri, na divisa dos Municípios de Fortaleza, Itaitinga e Eusébio.

O rio principal é utilizado como meio para delimitar os limites espaciais dos municípios inseridos em seu perímetro. No extremo sul da Bacia, o canal principal determina a divisão intermunicipal de Eusébio e Aquiraz; na porção central, é divisor intermunicipal de Fortaleza e Eusébio, desde a lagoa da Precabura até a confluência com as águas do riacho Carro Quebrado.

A direção de escoamento das águas dá-se, predominantemente, no sentido sudoeste/nordeste, porém, no limite intermunicipal entre Fortaleza e Eusébio, segue um curso paralelo à linha de costa, com sentido predominante sul/norte, em razão do barramento efetuado pelas dunas móveis e fixas da praia de Sabiaguaba, desaguando, portanto, no rio Cocó. A Figura 01, localização da área de estudo, permite visualizar a dimensão e a espacialização da Bacia entre os municípios retrocitados.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

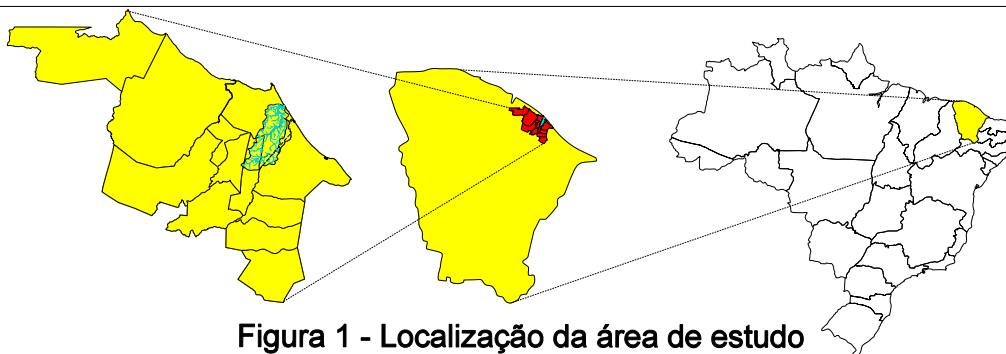
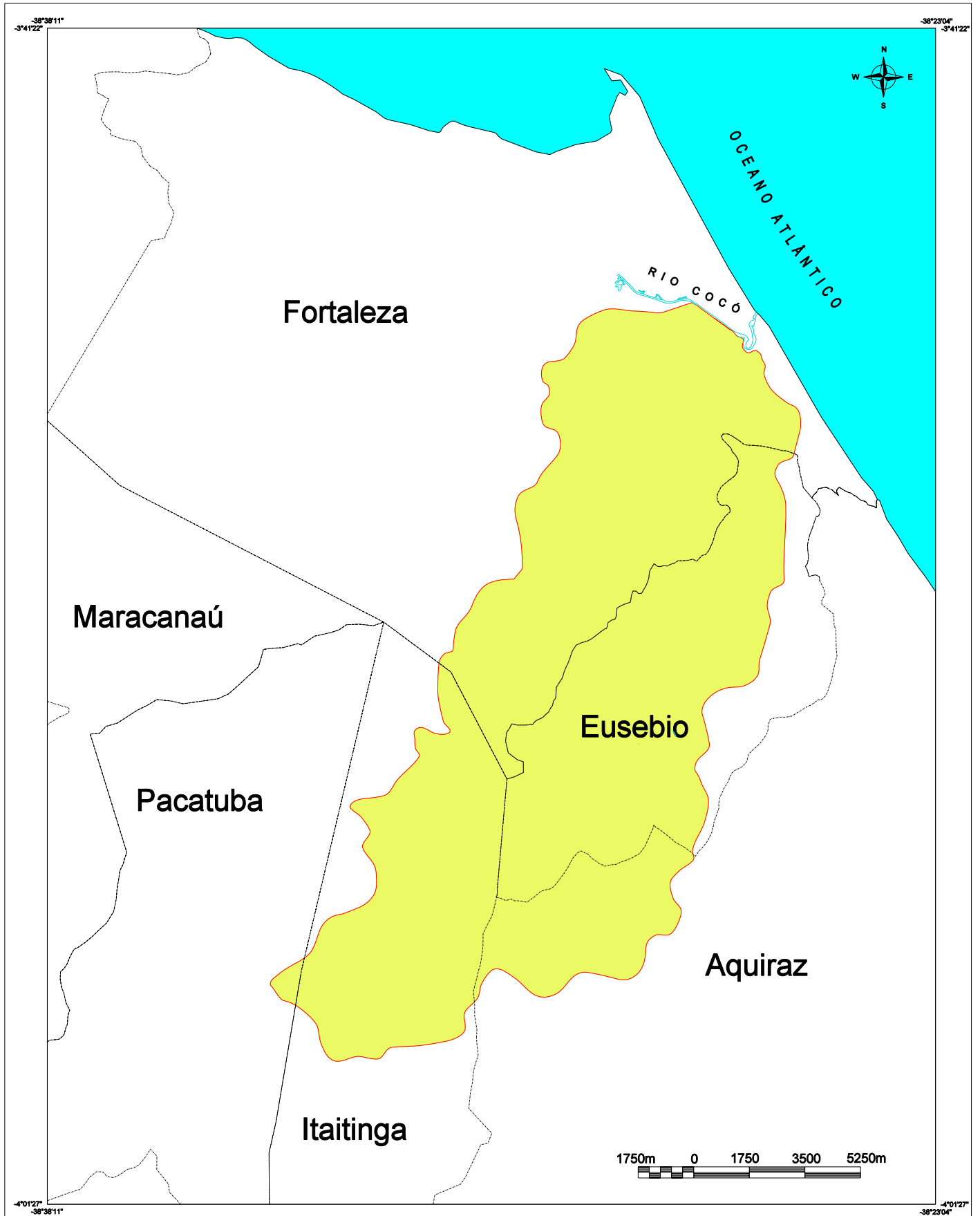


Figura 1 - Localização da área de estudo

O contexto fisiográfico da Bacia é dependente das condições bastante diversificadas dos componentes naturais. Sobressaem-se deste aspecto os fatores geomorfológicos, climáticos e de solos, que assumem papel de destaque na caracterização das potencialidades e limitações ao uso.

Com relação às unidades litoestratigráficas, foram identificados: depósitos sedimentares cenozoicos, sedimentos plio-pleistocênicos do Grupo Barreiras, rochas plutônicas de natureza granítica, rochas vulcânicas alcalinas, além de uma pequena porção litológica de terrenos cristalinos pré-cambrianos do complexo Granitóide-Migmatítico.

O espaço drenado pela Bacia está inserido tanto na Depressão Sertaneja como na área dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, feição geomorfológica esta predominante em toda a extensão da Bacia. Fazem-se presentes também, com distribuição variada em seu perímetro, dunas móveis e fixas; planície fluvio-marinha; planície lacustre e fluviolacustre; além da ocorrência de relevos de elevações modestas e contingentes, como Crista Residual no Município de Itaitinga e Dique Vulcânico entre os Municípios de Fortaleza e Itaitinga.

A baixa declividade topográfica de toda a Bacia, somado à baixa capacidade do rio principal de entalhar terrenos sedimentares dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, proporciona a formação de amplas faixas aluvionares desde as nascentes no Município de Itaitinga até a foz, em Fortaleza, principalmente a partir da planície fluviolacustre da Precabura.

Compõem o mosaico de solos e associações de solos os neossolos flúvicos, os neossolos quartzarênicos, neossolos litólicos, os argissolos vermelho-amarelos, gleissolos e, em menor proporção, os planossolos. Com relação ao recobrimento vegetal, este se mostra bastante diversificado e associado aos diversos tipos de solo, sendo a Mata de Tabuleiro a unidade fitogeográfica mais representativa, além da mata ciliar, mata seca, vegetação de mangue e espécies do cerrado e da caatinga, que serão caracterizados e discutidos no subtópico 3.2.

O clima regional é classificado como tropical quente subúmido (IPECE, 2009), com dois períodos predominantes, um seco, em média seis meses (julho a dezembro), e outro chuvoso, também com seis meses em média (janeiro a junho).

Apesar de drenar uma pequena porção da Zona Costeira, o regime pluviométrico apresenta-se bastante irregular, espaciotemporalmente, com a concentração de cerca de 71 % das precipitações entre os meses de fevereiro a

maio, produzida essencialmente pela Zona de Convergência Intertropical - ZCIT. A área apresenta, em geral, decréscimo da precipitação de Fortaleza, que está mais perto da superfície oceânica, onde se localiza a foz, para Itaitinga, onde estão as nascentes e, portanto, mais distante da faixa de praia. Mesmo com a concentração das chuvas, a conjugação com os demais fatores naturais (geológicos, geomorfológicos e solos) permite que haja boa disponibilidade de águas subterrâneas e superficiais na Bacia.

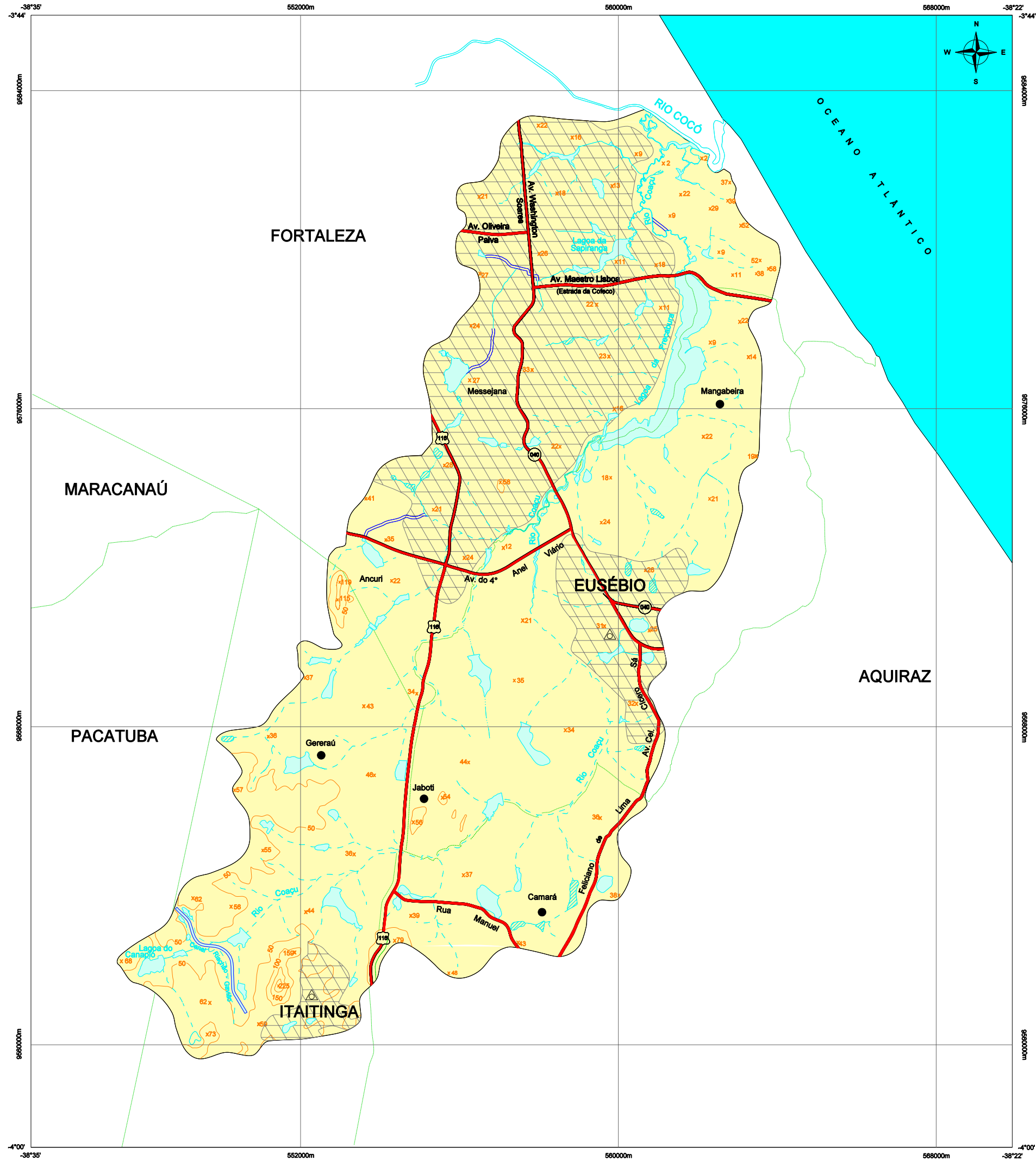
Por localizar-se em uma Região Metropolitana, onde a dinâmica de produção do espaço é intensa, os aspectos naturais da Bacia estão sendo seriamente comprometidos e de modo acelerado, em virtude da incorporação de novas áreas até então conservadas, do ponto de vista geoambiental, para o processo de urbanização/industrialização.


Essas transformações nos sistemas ambientais pela implantação de infraestruturas urbanas deram-se recentemente e com maior intensão a partir de 1980, quando as porções sul/sudeste da Capital cearense e do Município de Eusébio, onde se localiza a bacia do rio Coaçu, foram as últimas a ser habitadas no contexto histórico de ocupação.

Ademais, as grandes vias de acesso que atravessam parte significativa do perímetro da bacia (BR 116; Av. do 4º Anel Viário e a Av. Maestro Lisboa, que liga a Av. Washington Soares ao complexo turístico do Porto das Dunas), impulsionaram a expansão urbana/industrial dos municípios.

A ocupação do solo é marcada também por conflitos, tanto pelo uso incompatível com as Áreas de Proteção Ambiental - APA como pelo choque das pressões do mercado imobiliário e das ocupações de baixa renda, convivendo no mesmo espaço. Identificam-se, ainda, a presença de condomínios fechados, vazios urbanos em decurso de valorização da terra, constituindo-se alvo de especuladores imobiliários e ocupações irregulares, intensificando-se, principalmente, às margens dos recursos hídricos.


A Figura 02 mostra a distribuição das principais vias de acesso, bem como as manchas de área urbana de Itaitinga, Eusébio e Fortaleza sobre a Bacia, com os respectivos limites intermunicipais, além de rios, riachos, canais, lagoas e açudes, curvas de nível e pontos cotados, proporcionando uma visão geral de localização da bacia do rio Coaçu.





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA

LINHA DE PESQUISA: ANÁLISE GEOAMBIENTAL INTEGRADA E DINÂMICA DAS PAISAGENS SEMIÁRIDAS E LITORÂNEAS
 FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - FUNCAP



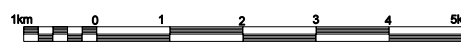
Título: RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU - REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA/CE: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Autor: JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA **Orientador:** PROF. DR. FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO

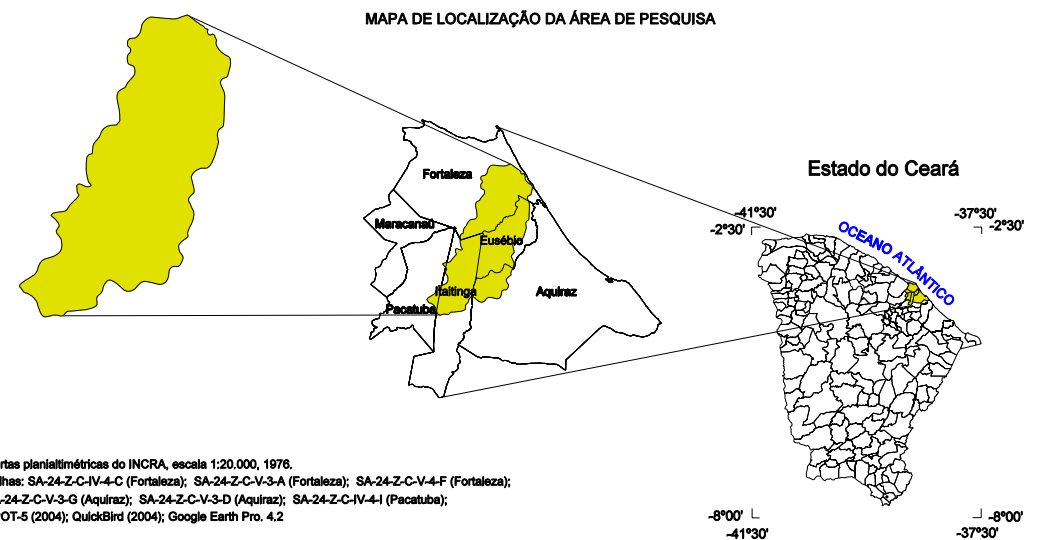
Figura: 02 **MAPA BÁSICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU**

SÍMBOLOS CONVENCIONAIS

- | | | | |
|--|-------------------------------|--|--------------------|
| | Limite da Bacia Hidrográfica | | Rodovia Federal |
| | Estrada Pavimentada | | Rodovia Estadual |
| | Limite Intermunicipal | | Sede Municipal |
| | Ponto Cotado | | Distrito Municipal |
| | Curva de nível | | Lagoa perene |
| | Rios ou riachos intermitentes | | Lagoa intermitente |
| | Rios ou riachos perenes | | Açude |
| | Canal artificial | | Núcleo urbano |
| | | | Oceano |

Sistema de Projeção UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR
 Escala 1:100.000

 Datum Geodésico Horizontal: SIRGAS2000

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA



Fonte: Cartas planialimétricas do INCRA, escala 1:20.000, 1976.
 Folhas: SA-24-Z-C-IV-4-C (Fortaleza); SA-24-Z-C-V-3-A (Fortaleza); SA-24-Z-C-V-4-F (Fortaleza);
 SA-24-Z-C-V-3-G (Aquiraz); SA-24-Z-C-V-3-D (Aquiraz); SA-24-Z-C-IV-4-I (Pacatuba);
 SPOT-5 (2004); QuickBird (2004); Google Earth Pro. 4.2

3.1.1 Bacia do rio Coaçu e Região Hidrográfica Metropolitana

O Estado do Ceará foi dividido em 11 regiões hidrográficas pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH (1999), visando a um melhor gerenciamento dos recursos hídricos e buscando conhecer o balanço hídrico entre oferta e demanda de água tanto superficial como subterrânea. São as seguintes as regiões a que se refere a divisão: Salgado, Alto, Médio e Baixo Jaguaribe, Parnaíba, Litoral, Curu, Coreaú, Acaraú, Banabuiú e Metropolitana.

Para a Bacia Metropolitana, região hidrográfica a qual a bacia do Coaçu pertence, foi realizado o Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH (1999). Este programa considerou, para efeito de abordagem no Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, 16 bacias hidrográficas, a saber: São Gonçalo, Jereraú, Cauípe, Juá, Maranguapinho, Ceará, Cocó, Coaçu, Caponga Funda, Roseira, Malcozinhado, Catu, Choró, Uruaú, Pacoti e Pirangi. Destas bacias, 12 são consideradas independentes e duas como sistemas de bacias, no caso, Ceará / Maranguapinho e Cocó / Coaçu, como podem ser identificadas na Figura 03.

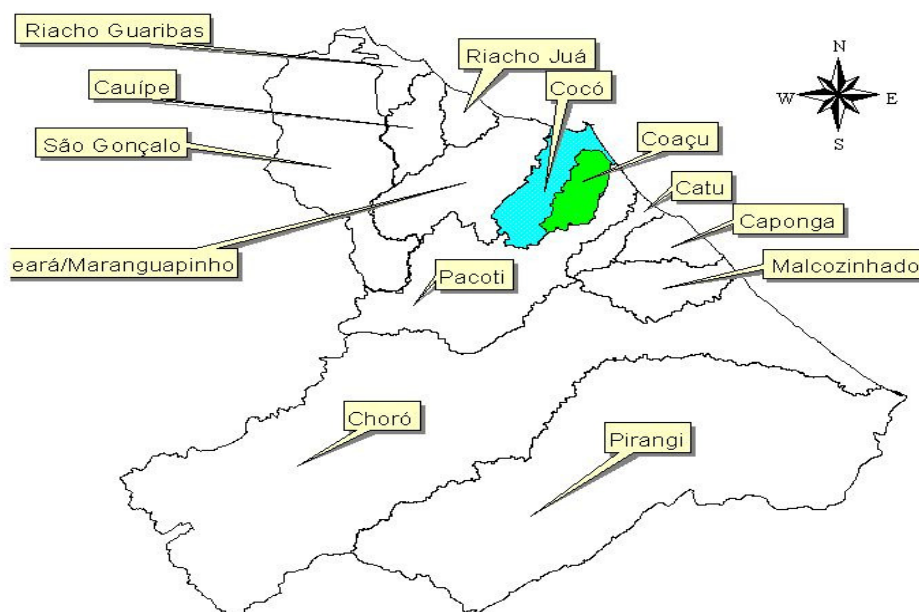


FIGURA 03 - Bacias Hidrográficas metropolitanas, em destaque bacia do rio Coaçu e Cocó.
Fonte: Adaptado da COGERH, 1999.

Para essa região hidrográfica, excluindo as bacias de São Gonçalo, Pirangi, Choró e Pacoti, bem como os sistemas Ceará / Maranguapinho e Cocó / Coaçu, todas as demais bacias são de pequeno porte, ou seja, possuem pouca representatividade hidrológica e são limitadas a uma estreita faixa litorânea (COGERH, 1999). Os parâmetros das bacias citadas estão descritas na Tabela 01.

TABELA 01 – Parâmetros das Bacias Hidrográficas Metropolitanas

Bacia	Parâmetros				
	Área (Km ²)	Perímetro (Km)	Talvegue (Km)	Índice de Compacidade	Fator de Forma
São Gonçalo	1.332,2	-	90,0	1,68	0,16
Gereraú	120,2	-	20,0	1,46	0,30
Cauípe	274,0	85,0	35,0	1,43	0,22
Juá	121,6	50,0	12,5	1,26	0,78
Ceará	555,9	135,0	52,5	1,60	0,20
Maranguape	223,8	97,5	37,5	1,82	0,16
Cocó	304,6	100,0	42,5	1,60	0,17
Coaçu	194,8*	67,5	32,5	1,35	0,18
Pacoti	1.257,5	250,0	112,5	1,97	0,10
Catu	155,9	72,5	30,0	1,62	0,17
Caponga Funda	59,4	50,0	22,5	1,81	0,12
Caponga Roseira	69,3	55,0	20,0	1,84	0,17
Malcozinhado	381,8	87,5	37,5	1,25	0,27
Choró	4.750,7	480,0	200,0	1,94	0,12
Uruaú	261,5	82,5	35,0	1,42	0,21
Pirangi	4.374,1	360,0	177,5	1,52	0,14

* Neste trabalho será considerada a área de 197,4 km² calculada por mapeamentos próprios.

Fonte: COGERH, 1999

A conceituação de sistemas de bacias foi e está sendo utilizada por meio de uma classificação da COGERH (1999), pelo fato de que o comportamento da bacia de drenagem dos rios anteriormente citados é semelhante ao de bacias hidrográficas independentes, uma vez que o único ponto de confluência ou contato dessas bacias ocorre em seu extremo de jusante, ou seja, na foz.

Mesmo considerando como sistemas de bacias, a COGERH (1999) ressalta que o segundo rio dos sistemas, Ceará / Maranguapinho e Cocó / Coaçu, são considerados também como afluentes dos primeiros, o que tem gerado controvérsias, em virtude da configuração independente da rede de drenagem.

No caso do rio Coaçu, a sua baixa capacidade dificultou a penetração no cordão de dunas da Sabiaguaba, impedindo-o que atingisse diretamente o mar, desaguando suas águas no rio Cocó, a pouco mais de 900 m da faixa de praia, na área de planície fluvio-marinha, onde as bacias do Cocó e Coaçu participam e compartilham igualmente.

O rio Coaçu, em sua geomorfologia fluvial, não possui nenhum outro tipo de contato hidrológico com o Cocó, tampouco com a bacia do rio Pacoti, localizado ao leste, ou seja, não há integração de afluentes em nenhuma outra área da bacia, o que caracteriza um comportamento de bacias independentes. Por esses fatores, esta pesquisa considera o Coaçu como bacia independente e não como afluente do Cocó.

É importante observar que existe a classificação do Plano Diretor de Drenagem da RMF, realizado pela antiga Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza – AUMEF (1978), que, apesar de classificar o Coaçu como uma sub-bacia do sistema de macrodrenagem do Cocó, setorizando-a em sub-bacia B4, B5 e B6, afirma que “Comumente denominada de bacia do rio Cocó, engloba na realidade, duas bacias distintas: a primeira, drenada pelo próprio Cocó e a segunda constituída pelas áreas que drenam para o rio Coaçu.” (P. 278).

Essa classificação é utilizada até os dias atuais pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, constando no Plano Diretor de 1992, como também no novo Plano Diretor Participativo, aprovado em dezembro de 2008 pela Câmara Municipal.

Por não possuir nascentes em serras, a bacia hidrográfica do rio Coaçu apresenta extensas larguras transversais desde a nascente até a foz, exibindo de modo geral uma uniformidade geométrica retangular com sentido predominante sudoeste / nordeste. Possui 26,3 km de comprimento longitudinal e, em média, 9 km de largura transversal.

A rede de drenagem, como já ressaltado, é exorreica, possuindo 13 afluentes na sua margem direita e 23 na margem esquerda; seu leito principal se estende ao longo de 32,5 km. A drenagem é classificada em sua totalidade como paralela, escoando predominantemente sobre os Tabuleiros Pré-Litorâneos. Possui ainda drenagem meandrante a partir da planície fluviolacustre da Precabura, e meândrico-anastomosado, na planície fluviomarinha.

Tem como principal afluente o riacho Carro Quebrado, o qual recebe águas do riacho Esso e do sangradouro da Lagoa do Ancuri, na divisa dos Municípios de Fortaleza, Itaitinga e Eusébio. Destaca-se a quantidade significativa de lagoas perenes, tanto na margem direita como esquerda do Rio, sendo 53 lagoas perenes no total, dentre as quais Carapió e Caracanga são nascentes do rio Coaçu no Município de Itaitinga, fator que distingue este rio dos demais que, em geral, possuem nascentes em serras e não em lagoas freáticas.

Possui ainda 13 lagoas intermitentes, porém estas são de menor tamanho, tendo a maior uma área total de apenas 12 mil m², e 14 açudes, públicos e privados, distribuídos em toda a sua extensão. A Figura 02, permite visualizar a distribuição espacial desses corpos hídricos na área de delimitação da bacia do Coaçu.

As principais nascentes estão a uma altitude aproximada de apenas 55 m (conforme Figura 02), o perfil longitudinal compreende 32,5 km aproximadamente, o que proporciona uma média de 1,70 m de declividade a cada quilômetro de perfil longitudinal do rio. Em razão dessa baixa declividade do terreno, relativamente plano e sem grande variabilidade topográfica, associado ainda às condições climatológicas, o Rio possui baixa capacidade de incisão, entalhando fracamente os terrenos dos Tabuleiros Pré-Litorâneos.

A associação dos fatores há pouco citados favorece ainda a formação de amplas áreas de planícies de inundação, da nascente à foz, que no período chuvoso são cobertas pela cheia do Rio. O leito menor possui menos de um metro nas proximidades das nascentes, ampliando-se à medida que escoar sobre os Tabuleiros; porém, nas proximidades da avenida do 4º anel Viário, na divisa entre Fortaleza e Eusébio, o leito menor possui em média 12 m, encurtando-se novamente após a planície fluviolacustre da Precabura, 6 m em média, e ampliando-se consideravelmente a partir do encontro com as águas do sangradouro da lagoa da Sapiiranga, no bairro de Sabiaguaba, em Fortaleza.

Os vales fluviais possuem forma de “U” e, da BR 116 até as proximidades da sede do Município de Eusébio, a margem direita apresenta uma pequena ruptura topográfica, mostrando-se mais elevada do que a margem esquerda, fruto do trabalho de entalhamento do rio. Por tal razão, as planícies evidenciam-se mais amplas na margem esquerda no espaço citado.

Apesar de o leito menor encurtar-se após a planície fluviolacustre da Precabura, é exatamente a partir deste ponto que o leito maior e o maior excepcional apresentam-se mais amplos. Antes mesmo da Precabura, a planície de inundação com esses diferentes tipos de leitos fluviais já possui em média 300 m, alcançando o ponto máximo de 1.472 m após a Precabura. As Figuras 04 e 05, mostram a planície de inundação do rio Coaçu após a planície fluviolacustre da Precabura no período seco, evidenciando o extravasamento de suas águas no mesmo local no período chuvoso.



FIGURA 04 - Planície de inundação, localizada após lagoa da Precabura no período seco.

Fonte: LIMA, 2008



FIGURA 05 - Planície de inundação, localizada após lagoa da Precabura no período chuvoso.

Fonte: LIMA, 2009

Deve-se observar que essas áreas são bastante propícias à inundação, o que de fato acontece no período chuvoso, constituindo-se em risco potencial para aqueles que vierem a ocupar suas margens, além de acelerar o assoreamento.

As características, principalmente, climáticas e geológicas da bacia do rio Coaçu imprimiram não somente ao curso d'água principal, mas também aos demais afluentes, um caráter semiperene. Esse caráter semiperene é gradativo no espaço da Bacia e está condicionado pela distribuição pluviométrica que é o agente mais importante de renovação das águas superficiais e subterrâneas.

De acordo com a distribuição da pluviometria, as nascentes, alto e médio curso apresentam-se intermitentes durante o período seco, entre agosto e meados de janeiro, com médias pluviométricas situando-se entre 1.070 a 1.400 mm. O baixo curso, pelo fato de receber maior quantidade de chuvas, 1.550 mm em média, e por possuir maior quantidade de lagoas perenes - que através de pequenos riachos deságuam suas águas no canal principal - o Rio e afluentes tornam-se perenes.

Esses e outros condicionantes naturais, que influenciam essa configuração hidrográfica do rio Coaçu, são detalhados nos próximos subtópicos, que tratam da caracterização dos aspectos físico-ambientais.

3.2 Caracterização dos aspectos físico-ambientais

A bacia hidrográfica do rio Coaçu, apesar de drenar reduzida porção territorial da Zona Costeira do Estado do Ceará, 197,4 km², o que equivale a aproximadamente a apenas 2% de uma área total de 20.120 km², possui uma complexa variedade de sistemas e subsistemas ambientais que se estruturam e se organizam de modo interdependente, com características naturais próprias que as individualizam e que podem ser identificadas por formarem as diferentes paisagens na Bacia.

Como destacado no segundo capítulo, esses sistemas e subsistemas são gerados e condicionados integralmente pelas relações e interdependências mútuas das variáveis que dizem respeito ao suporte (geológicas e geomorfológicas), aos condicionantes atmosféricos (climáticos e hidrológicos) e os de exploração biológica (associações de solos, cobertura vegetal e fauna), além de estarem submetidos aos fluxos de matéria e energia de forma contínua.

Busca-se, neste capítulo, analisar e caracterizar os diferentes sistemas e subsistemas ambientais, considerando a sua diversidade, relações intrínsecas e interdependências, em análises temáticas a seguir discutidas.

3.2.1 Geologia – Geomorfologia

Geologicamente, predomina na área de abrangência da bacia Hidrográfica do rio Coaçu, a cobertura dos depósitos sedimentares cenozóicos, representados pelas dunas móveis e paleodunas, depósitos fluvioaluvionares e de mangues e os sedimentos plio-pleistocênicos do Grupo Barreiras, formando assim, distintas feições morfológicas. Tem-se ainda a ocorrência eventual das rochas plutônicas de natureza granítica e rochas vulcânicas alcalinas, além de uma pequena porção litológica de terrenos cristalinos pré-cambrianos do complexo Granitóide-Migmatítico.

O levantamento foi efetuado baseando-se nos estudos de Brandão et. al (1995), Brandão (1995), atlas geológico da CPRM (2003), trabalhos de Souza (1988,

1997 e 2000), Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza, publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (1998), Radam Brasil (1981) e o trabalho publicado pela Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos – Aquasis (2003).

Tabuleiros Pré-Litorâneos

Dominando a quase totalidade da área da Bacia hidrográfica, 150.43 km², o que corresponde a 76,25% da área total da Bacia, o Grupo Barreiras é caracterizado por sedimentos terciário-quadernários, arenoargilosos, não ou pouco litificados com certa complexidade de fácies sedimentares. A coloração varia de avermelhada, creme ou amarelada; geralmente são sedimentos mal selecionados de granulação que varia de fina a média. Mostra, por vezes, horizontes conglomeráticos constituídos de seixos de quartzo, quartzitos bem arredondados e de rochas diversas (BRANDÃO et al, 1995).

Distribui-se paralelamente à linha de costa, principalmente após os sedimentos eólicos das dunas e paleodunas de Sabiaguaba e/ou após os sedimentos das planícies fluviais do baixo curso, no extremo nordeste do perímetro da área de estudo. Possui largura variável em toda a extensão da Bacia, porém chega a alcançar as nascentes (extremo sudoeste) que estão a aproximadamente 25 km da faixa de praia.

Segundo Bigarella (1975, apud CLAUDINO SALES, 1993; BRANDÃO et al., 1995), a deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras na Zona Costeira estão relacionadas aos eventos tecnoglácio/eustáticos, de uma época sob a predominância de clima semiárido sujeito a chuvas esporádicas, porém violentas, de onde o material teria sido removido dos ambientes originários através de enxurradas e corridas de lama.

Os depósitos ocorreram formando amplas faixas de leques aluviais coalescentes em fácies sucessivas, ao longo da costa, em uma época em que o nível do mar era mais baixo do que o atual, o que favoreceu o recobrimento de uma ampla plataforma e do embasamento cristalino sobre o qual está situado em discordância erosiva angular.

Em termos geomorfológicos, o Grupo Barreiras apresenta a geoforma dos Tabuleiros Pré-Litorâneos que, segundo Souza (1988, 1997, 2000), comporta-se como um típico Glacis de Acumulação, cuja declividade situa-se entre 2º a 5º. Em razão deste, a rede de drenagem pouco disseca esse relevo tabular, somado ao fato de o rio Coaçu possuir baixa capacidade de incisão e, portanto, baixa capacidade de dissecação do relevo.

Os Tabuleiros são identificados sob a predominância de um relevo plano, rampeado, com leve inclinação em direção ao litoral, cujos níveis altimétricos não ultrapassam os 70m (porção mais elevada das nascentes) e por vezes suavemente ondulado em razão dos interflúvios tabuliformes encontrados ao longo do perfil longitudinal do Rio. Observa-se também que, dos divisores topográficos da Bacia até os fundos de vale das planícies fluviais, as cotas altimétricas não ultrapassam os 10m, ratificando assim a baixa capacidade de incisão linear do Rio e afluentes nos Tabuleiros.

Campo de dunas

Como parte do Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos ainda, repousando discordantemente sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, e em alguns pontos sobre os sedimentos fluvioaluvionares e de mangues, estão as dunas móveis (recentes) e as paleodunas no setor extremo nordeste da bacia, no bairro de Sabiaguaba, em Fortaleza, ocupando respectivamente apenas 0,96 km² (0,48 %) e 3,23 km² (1,62%) da área total da Bacia.

As dunas, de modo geral, formam um cordão praticamente contínuo e paralelo à linha de praia desde a planície fluvio-marinha do rio Pacoti até a planície fluvio-marinha do sistema Coaçu/Cocó, no sentido SE-NO, planícies estas que interrompem a continuidade do cordão de dunas móveis e paleodunas.

A Figura 06 mostra a disposição das dunas e paleodunas entre as duas planícies com eixos geralmente alinhados de E-W, refletindo a ação dos ventos que sopram de leste e sudeste no litoral cearense.



FIGURA 06 - Foto aérea do cordão de dunas e paleodunas da bacia do Coaçu, entre o rio Pacoti (acima) e o rio Cocó (abaixo), conforme setas.

Fonte: Guia Digital, 2001.

Possuem largura variável entre 800m a 2 km, apresentam-se morfologicamente como barcanas (formato de meia-lua). As paleodunas estão mais espaçadas, com largura variando entre 300 a 1500m, e situam-se à retaguarda das dunas móveis. Estas não ultrapassam os 800m de largura, desde o limite topográfico da bacia ao encontro com as paleodunas.

As dunas móveis estão submetidas aos efeitos eólicos e marinhos atuais, apresentam inclinações suaves a barlavento e forte inclinação a sotavento, não estão revestidas por cobertura vegetal, não apresentando, desta forma, indícios de ação pedogenética, o que propicia a migração de sedimentos pela ação dos ventos. Alguns setores contingentes, no entanto, demonstram possuir um recobrimento vegetal pioneiro, atenuando os efeitos da deflação eólica da dinâmica destas dunas, tornando-as semifixas.

Segundo dados da CPRM (2003), as dunas móveis possuem litologicamente areias com colorações amareloesbranquiçadas de granulação variando de fina a média, quartzosas e bem selecionadas, ocorrendo leitos mais escuros com concentrações de minerais pesados. As dunas móveis identificadas na Bacia possuem altitudes maiores do que as paleodunas, entre 40 a 50 m, alcançando até aproximadamente 60 m.

Já as paleodunas posicionam-se à retaguarda das dunas móveis, com frequência sotopostas àquelas, com elevações mais modestas entre 10 e 35 m. São constituídas litologicamente por areias bem selecionadas, com granulação, assim como as dunas móveis, de fina a média, porém por vezes siltosa, cuja coloração varia entre amarelada, alaranjada e acinzentada, de composição quartzosa e/ou quartzofeldspática (BRANDÃO et al, 2005).

Andrade (1957, apud RADAM BRASIL, 1981) considerou que as paleodunas foram formadas por ações dos ventos durante a fase final do Pleistoceno, constituindo-se em reflexos desérticos do litoral nordestino, quando submetido a um clima quente. Os sedimentos foram mobilizados para a área descoberta da plataforma continental, localizando-se atualmente mais interiorizados (CLAUDINO SALES, 1993). São mais rebaixadas por terem sido trabalhadas ao longo dos anos pelos fatores climáticos, pedológicos e vinculados ainda à dinâmica dos fluxos de matéria e energia, além das oscilações do nível do mar.

Constituem o último cordão de dunas em direção ao interior, apresentando, diferentemente das dunas móveis, o desenvolvimento de processos pedogenéticos e por isso são chamadas também de dunas edafizadas. Disto resulta um recobrimento vegetal de maior porte, arboreoarbustivo e por vezes herbáceo, como pode ser visualizado na Figura 07.



FIGURA 07 - Recobrimento vegetal das paleodunas
Fonte: Lima, 2008.

Planícies de Acumulação

Na Bacia, verifica-se ampla planície fluviomarinha, ocupando uma área de 2,71 km², o que corresponde a 1,35 % da área da Bacia. É resultante do encontro das águas oceânicas com as águas fluviais dos rios Coaçu e Cocó, como pode ser visualizado nas Figuras 08 e 09. Conforme Brandão et. al. (1995), são ambientes formados predominantemente por depósitos silticoargilosos, ricos em matéria orgânica, sobre os quais se desenvolve a vegetação de mangue de porte arbóreo adaptada a este tipo de ambiente, com raízes-suportes (rizóforos) e/ou pneumatóforos.



FIGURA 08 - Planície fluviomarinha do rio Coaçu com gamboas e canais de maré
Fonte: Aquasis, 2003.



FIGURA 09 - Canal de maré e bosque de mangue do rio Coaçu
Fonte: Lima, 2008.

A planície fluviomarinha do Coaçu possui aproximadamente dez canais, diferenciados entre gamboas (canais mais estreitos) e canais de maré (canais mais largos) a exemplo do que pôde ser visto nas figuras anteriores, podendo ser caracterizados como uma rede de canais, mas todos responsáveis pela distribuição das sementes da vegetação de mangue e processamento de nutrientes que fornecem a base para a cadeia alimentar das espécies da flora e fauna na planície.

A influência, tanto das águas salgadas como das águas doces, propicia a deposição de material argiloso, escuro e lamacento, sendo desenvolvido constantemente pela subida e descida das marés e pela drenagem fluvial, favorecendo o crescimento do manguezal não somente na desembocadura do rio,

mas também até onde há o alcance da influência marinha, ou seja, aproximadamente até 4,5 km além da foz - avançando em partes do baixo curso do rio principal, bem como no sangradouro da lagoa da Sapiranga.

Inseridos na planície fluviomarinha e completamente integrados por fluxos de materiais geológicos, geomorfológicos e pedológicos, há a ocorrência de apicuns (também denominados de área de salgado), caracterizados como zona de transição entre a planície fluviomarinha e as unidades geoambientais adjacentes (dunas móveis, paleodunas e planícies fluviais), ocupando uma área de 0,51 km² (0,25%) da planície fluviomarinha.

Os apicuns estão à margem direita da planície fluviomarinha do rio Coaçu, após o curso d'água principal e alguns canais menores, e anteriores ao campo de dunas. É formada por bancos arenosos (conforme Figuras 10 e 11) com sedimentos de granulações que variam entre areia, silte e argila. Segundo Mello et al (2005), a rede de canais e bancos de areia espalhados sobre os apicuns atuam como vetor de distribuição de nutrientes e regulador da temperatura, salinidade, pH e alcalinidade, além de canalizar água doce do aquífero para o estuário, nas marés baixas.



FIGURA 10 - Ocorrência de apicuns com recobrimento de vegetação herbácea.
Fonte: Lima, 2009.



FIGURA 11 - Faixa de manguezal na porção inferior e apicuns na porção superior na foz do rio Coaçu - **Fonte:** Aquasis, 2003.

Nas áreas mais interiorizadas, os apicuns apresentam ainda um recobrimento vegetal herbáceo decorrente de mudanças morfológicas nos canais de maré em tempos pretéritos. Os altos teores de salinidade, temperatura do solo e insolação impedem que seja recoberta pela vegetação de mangue; no entanto, Mello et al. (2005) garantem que a dinâmica espaciotemporal e evolutiva dos apicuns tem

proporcionado condições estruturais, ecológicas e pedogenéticas para o crescimento da vegetação de mangue, podendo atuar tanto como área de expansão ou de retração dos manguezais.

As planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres são bastante representativas e estão presentes em toda a extensão da bacia do Coaçu, sendo a segunda maior unidade geomorfológica, ocupando uma área total de 25,34 km², o que equivale a 12,86% da Bacia. Fazem parte das formas de acumulação do Domínio dos Depósitos Sedimentares, caracterizados geologicamente, segundo a CPRM (2003), por argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e siltes, e podendo haver a presença de matéria orgânica em formato de argilas orgânicas, o que compreende em geral os sedimentos fluviais e fluviolacustres, além dos estuarinos recentes.

Nas planícies lacustres e fluviolacustres, os depósitos de sedimentos são compostos por areias mais finas, além de silte e argila, e uma grande quantidade de matéria orgânica. Segundo Brandão et. al. (1995), sobrepostos aos depósitos de areia, silte e argila, é comum a presença de camadas de diatomito, muito explorada economicamente.

Os fatores topográficos relativamente planos, sem grandes rugosidades, contribuem para que tanto o leito principal do rio Coaçu como os principais afluentes apresentem em todo o seu perfil longitudinal larguras bastante expressivas de sua planície de inundação, da nascente à foz. Mais evidências desta ordem ocorrem a jusante da lagoa da Precabura, até as proximidades da desembocadura no Cocó, que chegam a alcançar 1.472 m, em seu ponto mais largo e apenas 90 m no seu ponto mais estreito, localizado no Distrito de Jabuti, no Município de Itaitinga.

A explicação para tal fato decorre de que praticamente toda a Bacia está sobre os terrenos do Grupo Barreiras, nos Tabuleiros Pré-Litorâneos, onde a baixa competência do Rio, associado ao regime de intermitência do alto e médio curso e ao relevo praticamente plano, favorecem a ampliação da faixa de deposição dos sedimentos fluviais.

Ressalta-se ainda que as dunas móveis e paleodunas impedem o acesso direto do rio ao mar, ficando o canal principal barrado e paralelo à linha de costa a partir da planície fluviolacustre da Precabura até a desembocadura no rio Cocó, com a competência ainda mais baixa, possibilitando uma planície de inundação ainda mais ampla.

Residuais erosivos

A Crista Residual de Itaitinga e o Dique Vulcânico do Ancuri constituem formações eventuais e de exceção em meio à predominância dos tabuleiros pré-litorâneos no contexto areal da bacia hidrográfica do rio Coaçu, ocupando respectivamente 1,69 km² (0,85% da área total da Bacia) e 0,54 km² (aproximadamente 0,26% da área total). Possuem elevações modestas, não ultrapassando os 225 m para a Crista Residual e 115 m para o Dique Vulcânico.

A Crista do Maciço Residual de Itaitinga localiza-se no extremo sul/sudoeste da Bacia e o Dique Vulcânico do Ancuri no extremo oeste. Segundo Brandão et. al. (1995), a crista residual de Itaitinga é constituída essencialmente de rochas plutônicas de natureza granítica, classificado como plutonitos tardi a pós-tectônicas (Pey1), apresentando forma grosseiramente ovalada, tendo seu eixo maior cerca de 2 km. Possui granulação média, constituída por granito mesocrático, que se refere ao índice de cor da rocha, estrutura isotrópica a incipientemente foliada.

Ademais, encontra-se encaixada, subconcordantemente em gnaisses xistosos (paraderivados), pertencentes ao Complexo Granitóide Migmatítico (Pε gr – mg), no caso, a unidade granitoide de Pacatuba. Na atualidade, encontra-se bastante descaracterizada esteticamente, em decorrência da intensa exploração de minérios que ocorre desde a década de 1940 (MOTA e MORAIS, 1994).

Na RMF, foram encontradas onze formas de relevo caracterizadas como elevações circulares e elipsoidais, das quais um se refere ao Dique Vulcânico do Ancuri. Essas formas de relevo geralmente recebem denominações locais como: os serrote Pão de Açúcar, Japapara e Salgadinho, em Caucaia, e morro Caruru, em Aquiraz. Estes relevos estão associados ao vulcanismo ocorrido no Terciário, envolvendo os grandes lineamentos geológicos submarinos relacionados ao arquipélago de Fernando de Noronha (BRANDÃO, 1995).

O Dique do Ancuri, assim como os demais anteriormente citados, é classificado, segundo o mesmo autor, como rochas vulcânicas alcalinas (Tal), constituídas por litotipos, classificados como fonólitos e traquitos, mostrando coloração cinzaesverdeada, com pórfiros milimétricos de feldspato. O Dique,

diferentemente da Crista Residual de Itaitinga, que está sobre os Tabuleiros, está situado sobre a pequena porção da Depressão Sertaneja na área da Bacia.

Depressão periférica Sertaneja

Esse Domínio Morfoestrutural ocupa uma área total de 5,7 km², o que equivale a 2,88% da área total da Bacia. É caracterizado como uma superfície de aplainamento, representada por extensas rampas pedimentadas que se iniciam na base dos maciços residuais e se inclinam em direção aos fundos de vale e também ao litoral, como pode ser constatado a partir do Maciço Residual de Aratanha. Tal maciço, embora esteja nas adjacências da Bacia, ao oeste, é a parte de seu sopé onde se evidencia a depressão circunjacente na área-teste.

A depressão periférica é constituída litologicamente de rochas em distintos níveis metamórficos-migmatíticos, gnaisses dioríticos, metaultramáficas, quartzitos e metacalcários (CPRM, 2003).

De modo a sintetizar as informações discutidas neste subcapítulo, o Quadro 01 reúne as informações expressas, associando as diferentes unidades e feições e a área ocupada por parte de cada uma delas, bem como a porcentagem que representam na área total da Bacia.

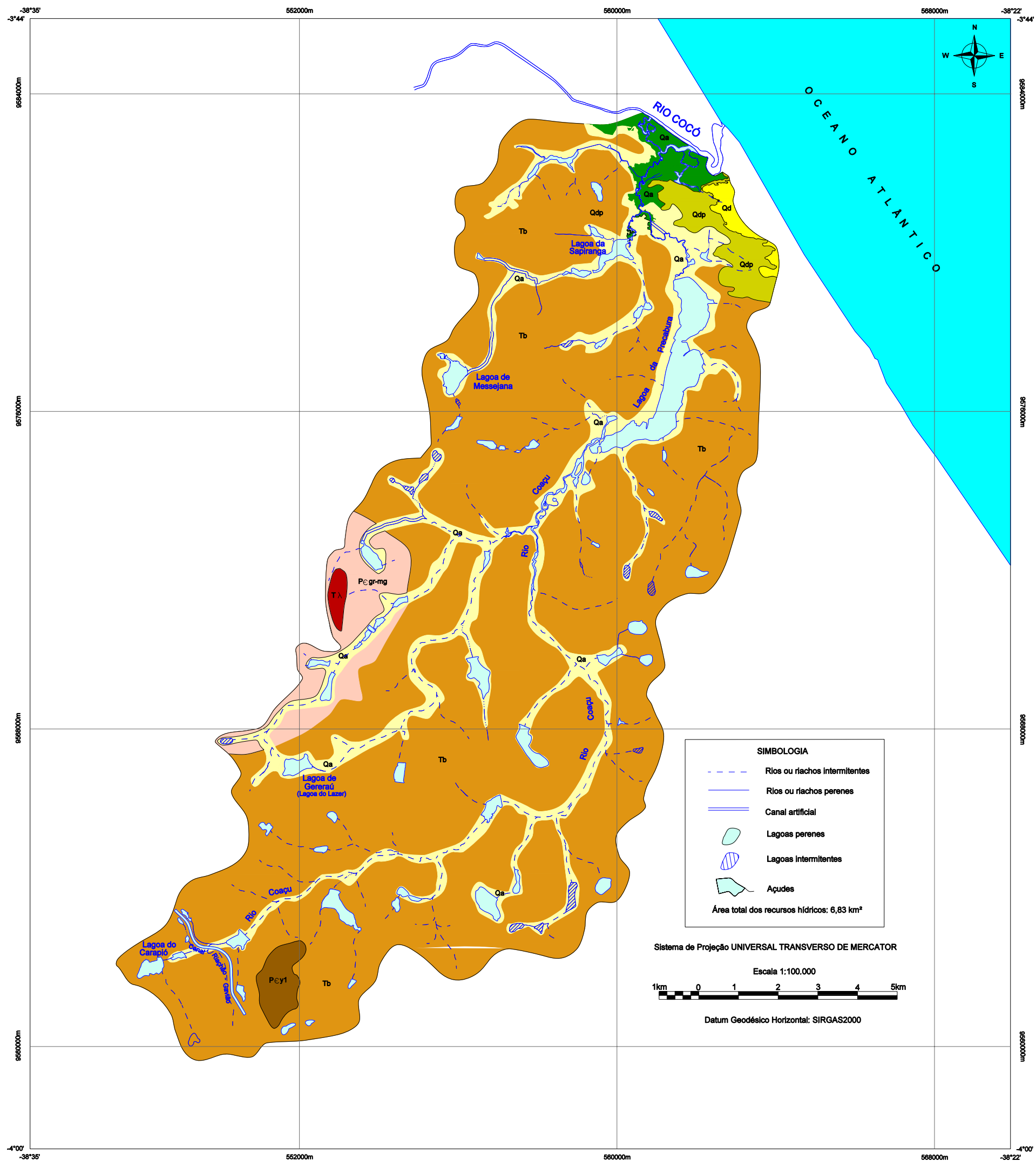
QUADRO 01 - Unidades geológicas e feições e unidades geomorfológicas


Unidade Geológica		Unidade Geomorfológica	Feições Geomorfológicas	Área / %
Qa	Depósitos fluvioaluvionares e de mangues (sedimentos aluviais holocênicos)	Planície Litorânea	Planície fluvioamarinha	2,71 km ² / 1,35 %
Qd	Dunas móveis e Recentes (sedimentos arenosos holocênicos)		Campo de dunas móveis	0,96 km ² / 0,48 %
Qdp	Dunas fixas e paleodunas (sedimentos arenosos holocênicos)		Campo de dunas fixas (paleodunas)	3,23 km ² / 1,62 %
Qa	Depósitos fluvioaluvionares (Sedimentos aluviais holocênicos)	Planície de Acumulação	Planície fluvial, lacustre e fluvioacustre	25,41 km ² / 12,86 %
Tb	Grupo Barreiras (sedimentos plio-pleistocênicos)	Glacis de Deposição Pré-Litorâneo	Tabuleiros Pré-Litorâneos	150,53 km ² / 75,25 %
Tλ	Vulcânicas Alcalinas (rochas alcalinas terciárias)	Dique vulcânico	Dique vulcânico Ancuri	0,54 km ² / 0,54 %
Pey1	Granitos	Crista residual	Crista Residual de Itaitinga	1,69 km ² / 0,26 %
Pegr-mg	Complexo Granitóide Migmatítico (Rochas pré-cambrianas do Embasamento cristalino)	Superfície de Aplainamento	Depressão Sertaneja	5,70 km ² / 2,88 %

Fonte: Brandão (1995), Brandão et al (1995), Souza (2000) e Nascimento (2003a).

A Figura 12 proporciona uma visão geral da distribuição espacial das diferentes unidades geológicas e geomorfológicas e as respectivas feições geomorfológicas identificadas pertencentes a esses domínios, bem como as respectivas áreas ocupadas por parte de cada uma das feições mapeadas.

No próximo subitem, discutem-se os condicionantes climáticos que ao longo do tempo geológico influenciaram na formação das diferentes unidades geológicas, geomorfológicas e de solos, bem como hidrológicas e fitogeográficas da bacia hidrográfica do rio Coaçu.




UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA
 FUNCA P

LINHA DE PESQUISA: ANÁLISE GEOAMBIENTAL INTEGRADA E DINÂMICA DAS PAISAGENS SEMIÁRIDAS E LITORÂNEAS
 FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - FUNCAP

Título: RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU - REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA/CE: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Autor: JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA **Orientador:** PROF. DR. FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO

Figura 12: GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO

LEGENDA

Unidade Litoestratigráfica	Unidade Geomorfológica	Feições Geomorfológicas
Depósitos Flúvio - Aluvionares de mangues (Sedimentos aluviais holocênicos - Qa)	Planície Litorânea	Planície fluvio-marinha Área: 2,71 km ²
		Campo de dunas móveis Área: 0,96 km ²
		Campo de dunas fixas Área: 3,23 km ²
Depósitos Flúvio - Aluvionares (Sedimentos aluviais holocênicos - Qa)	Planície de Acumulação	Planície fluvial, lacustre e flúvio-lacustre Área: 25,41 km ²
Grupo Barreiras (Sedimentos pliolelostocênicos - Tb)	Glacis de Deposição Pré-Litorâneo	Tabuleiros Pré-Litorâneos Área: 150,53 km ²
Vulcânicas Alcalinas (Rochas alcalinas terciárias - T.v)	Dique vulcânico	Dique vulcânico Ancuri Área: 0,54 km ²
Granitos Pey1	Crista Residual	Crista Residual de Itaitinga Área: 1,69 km ²
Complexo Granitóide-Migmatítico (Rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino - Pc gr-mg)	Superfície de Aplainamento	Depressão Sertaneja Área: 5,70 km ²

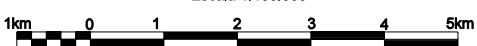
SIMBOLOGIA

- - - Rios ou riachos intermitentes
- Rios ou riachos perenes
- Canal artificial
- Lagos perenes
- Lagos intermitentes
- Açudes

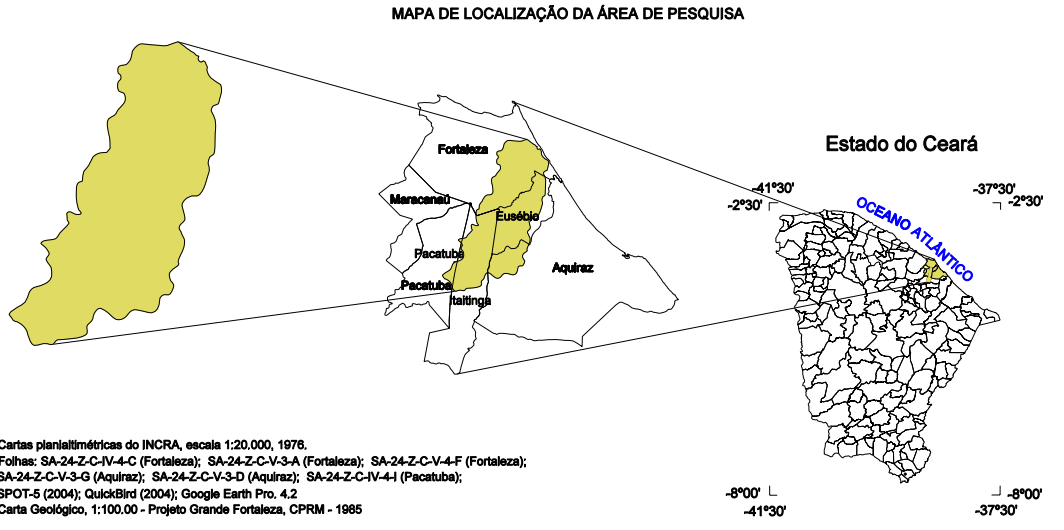
Área total dos recursos hídricos: 6,83 km²

Sistema de Projeção UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR

Escala 1:100.000



Datum Geodésico Horizontal: SIRGAS2000



3.2.2 Aspectos climato-hidrológicos

Os aspectos climáticos, e por consequência os hidrológicos, possuem importância substancial na formação e evolução ao longo do tempo geológico dos sistemas ambientais, seja na estrutura e dinâmica dos componentes naturais, ou mesmo no modo como estão distribuídos no espaço. A análise dos parâmetros climáticos se torna essencial ainda para o conhecimento e indicação das condições de uso da terra para as atividades socioeconômicas, ao tempo em que também influenciam na qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, fornecendo, assim, informações ao Planejamento Ambiental.

As características climáticas do Estado do Ceará são reflexos das condições climatológicas que ocorrem na porção setentrional do Nordeste. De acordo com Nimer (1977), a complexidade climatológica da Região Nordeste do Brasil tem relação com sua posição geográfica ante a atuação de diferentes sistemas de circulação atmosférica.

O entendimento da atuação dos diferentes sistemas atmosféricos se torna essencial para compreensão das características do clima, uma vez que eles são responsáveis pelas diferenças climáticas no Ceará, precisamente nas áreas costeiras, onde atuam com maior intensidade, favorecidos ainda pela proximidade da superfície oceânica.

Muitos são os sistemas atmosféricos que atuam no clima do Estado, porém o de maior importância e principal condicionante da precipitação na região em estudo é a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT. Sistemas secundários também possuem importância, porém com menor intensidade de atuação, como os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), Linhas de Instabilidade, Ondas de Leste, além das brisas marítimas que, direta ou indiretamente, influenciam na formação de nuvens e, conseqüentemente, precipitação.

A ZCIT possui importância expressiva nas características climáticas da Bacia hidrográfica em estudo porque diferentemente de outros sistemas atmosféricos, ela consegue maior penetração nas baixas latitudes meridionais, ou seja, maior atuação não somente no litoral norte do Nordeste, que está entre dois e

três graus da linha do equador, mas também no interior do Continente até sobre os paralelos de 9° a 10°S (NIMER, 1977).

O mesmo autor assinala que a região Nordeste, em virtude, principalmente, da sua posição geográfica ante a circulação atmosférica, é classificada como ponto final de atuação dos sistemas, que agem com maior intensidade somente na zona costeira ou nas bordas dos limites regionais do Nordeste, exceção feita à ZCIT.

A Zona de Convergência Intertropical torna-se, nesse sentido, o principal sistema gerador de precipitação na área da Bacia hidrográfica, responsável pelo estabelecimento da quadra chuvosa, período compreendido entre fevereiro e maio, uma vez que sua maior atuação se inicia em meados do verão, atingindo sua posição mais ao sul no outono. Segundo Ferreira e Melo (2005), essa zona é definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre - áreas mais aquecidas, conceituada também como equador térmico terrestre,

[...] formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul, em baixos níveis (o choque entre eles faz com que o ar quente e úmido ascenda e provoque a formação de nuvens), baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar, intensa atividade convectiva e precipitação (p.18).

O deslocamento desta banda de nuvens está relacionado aos padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no oceano Atlântico. Assim, quando as temperaturas do oceano Atlântico sul estão mais elevadas, a faixa de nuvens da ZCIT acompanha essas águas aquecidas, gerando elevadas precipitações. O declínio do período chuvoso inicia-se em maio, quando, então, a ZCIT desloca-se para o hemisfério Norte.

Por esses fatores, a complexidade climatológica da região não se traduz em grandes diferenças térmicas, mas sim em diferenças climatológicas do ponto de vista da pluviosidade (NIMER, 1977). A pouca diferença térmica decorre da sua posição territorial próxima à linha do equador, onde a radiação solar é mais intensa, fazendo com que as temperaturas sejam elevadas durante todo o ano, situando entre 26° e 28°C, sem grandes amplitudes. Além do mais, caracteriza-se como zona de alta pressão de onde emanam ventos convectivos.

Em meio a esse contexto climático, a bacia hidrográfica do rio Coaçu se insere na região costeira norte/central do Estado do Ceará. Esta posição geográfica

no Estado permite classificá-la como área sob domínio do clima tropical quente subúmido (IPECE, 2009), onde os índices pluviométricos são mais elevados e a sazonalidade climática menos marcante do que a verificada no interior do Estado, que está sob a predominância do clima semiárido.

Apesar de possuir índices pluviométricos mais elevados do que as áreas interioranas, a zona costeira é marcada também pela grande variabilidade pluviométrica, concentrada em um período do ano e com distribuição irregular, isso quando não se pronunciam os anos de secas, associados ao fenômeno *El Niño*. A variabilidade é caracterizada pela sazonalidade estacional das precipitações, visto que essa zona possui, em média, seis meses secos e seis meses chuvosos.

Análise dos parâmetros climáticos

A caracterização do clima na área da bacia hidrográfica do rio Coaçu foi baseada nos parâmetros das normais climatológicas disponibilizadas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, nas estações meteorológicas de Fortaleza, Eusébio, Aquiraz, Fundação Maria Nilva Alves (Sabiaguaba) e Itaitinga, entre os anos de 1974 e 2008.

As estações de Itaitinga, de Eusébio e da Fundação Maria Nilva Alves (Sabiaguaba) localizam-se dentro do perímetro da Bacia, distribuídas respectivamente no alto, médio e baixo curso, enquanto as estações de Fortaleza e Aquiraz foram utilizadas porque o perímetro de estudo se insere em parte nesses municípios. A estação de Aquiraz está ao leste e a de Fortaleza ao oeste da Bacia. Ressalta-se ainda que foram utilizados dados complementares do IPECE, INMET e Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Ceará - PERH/CE.

Com relação às características de ocupação de entorno das estações, verificou-se que, das cinco, somente a estação de Fortaleza possui uma ocupação mais adensada, em média 40 m ao redor da estação, estando a uma altitude de 26m, enquanto as demais não apresentam ocupações ao redor de 200 metros em média. No que se refere às altitudes das estações, a estação mais elevada é a de Itaitinga (aproximadamente 50m). Já as de Eusébio e Aquiraz estão a uma altitude aproximada de 25 m, e da Fundação Maria Nilva a 14m.

O regime pluviométrico apresenta variações interanuais e intra-aneais significativas nas estações meteorológicas pesquisadas, ressaltando uma grande heterogeneidade do ponto de vista pluviométrico no próprio espaço da Bacia, não apresentando, portanto, um contexto homogêneo nem mesmo na Zona Costeira do Ceará.

A precipitação média anual decresce de modo significativo de Fortaleza (1.603,0 mm) para Itaitinga (1.070,72 mm), conforme Figura 13 e Tabela 02, com uma diferença média expressiva de 532,28 mm entre as duas estações. Salienta-se que a estação de Itaitinga está localizada a pouco mais de 19 km do mar e a de Fortaleza a aproximadamente 3,5 km, evidenciando, portanto, uma distribuição pluviométrica bastante irregular no espaço de 197,4 km², que corresponde à área da Bacia hidrográfica.

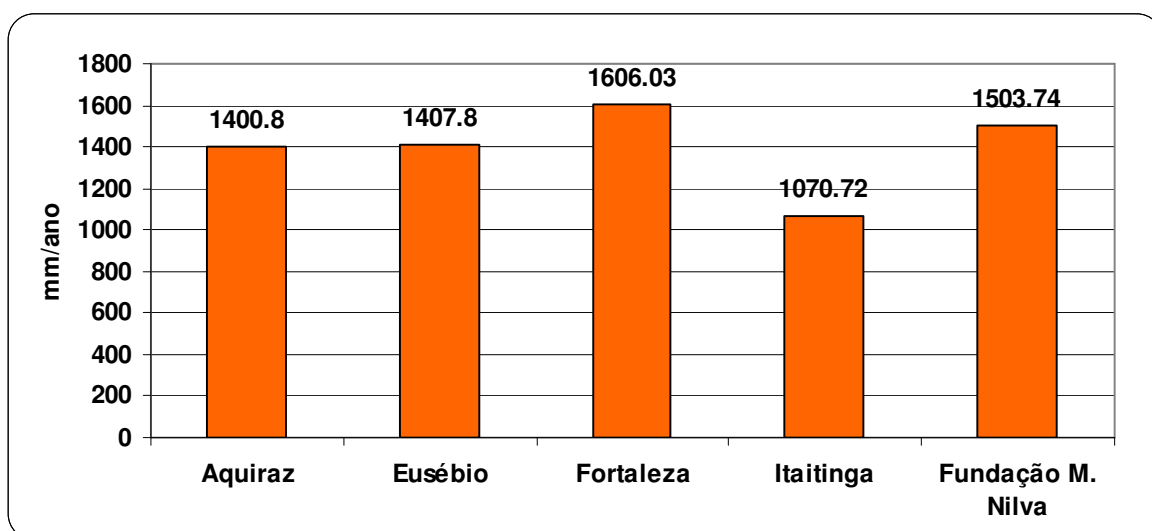


FIGURA 13 - Médias pluviométricas das estações dos municípios da Bacia

Fonte: Elaborado por LIMA (2010) com dados da FUNCEME, 2008.

A estação de Itaitinga dista pouco mais de 06 km da estação de Eusébio, e esta se localiza a aproximadamente 15 km do mar. A diferença média de precipitação entre as duas alcança 337 mm, confirmando a distribuição irregular da precipitação e também a contribuição dada pelas brisas marítimas e dos demais sistemas secundários às estações mais próximas da superfície oceânica.

TABELA 02 - Precipitação total e média anual das estações meteorológicas localizadas na bacia do rio Coaçu.

Ano	Aquiraz	Eusébio	Fortaleza	Itaitinga	Fundação M. Nilva	Média anual	Média FMAM*
1974	-	-	2751.3	-	-	2751.3	1938.3
1975	-	-	1813.3	-	-	1813.3	1231.6
1976	-	-	1489.8	-	-	1489.8	1176.3
1977	-	-	2019.9	-	-	2019.9	921.8
1978	-	-	1557.1	-	-	1557.1	1059
1979	1089.9	-	1190.6	-	-	1140.25	924.6
1980	880.7	-	1216	-	-	1048.35	750
1981	679	-	1086.4	-	-	882.7	727.85
1982	1121	-	1051.4	-	-	1086.2	723.05
1983	559.1	-	955.2	-	-	757.15	535.3
1984	2050	-	2029.3	-	-	2039.65	1339.4
1985	2785.7	-	2836	-	-	2810.85	1927.05
1986	2209.5	-	2456.7	-	-	2333.1	1720.15
1987	1180.2	-	1259.7	-	-	1219.95	760.25
1988	1941.6	-	1862.1	-	-	1901.85	1138.85
1989	1763.2	-	1862.5	-	-	1812.85	989.5
1990	1000.1	801.6	978.1	457.6	-	809.35	605.97
1991	1461	1271.3	1548.7	934.8	-	1303.95	1146.37
1992	859.1	874.2	1088.8	640.7	-	865.7	711.725
1993	433.7	628.9	1042.7	407.6	-	628.23	432.425
1994	2304.7	2063.4	2379.6	1419.5	-	2041.8	1296.7
1995	1655.3	1768.4	2143.5	1543.6	-	1777.7	1397.17
1996	1387.1	1636.4	1708.2	1174.7	-	1476.6	1277.15
1997	1104.9	1020	1143.3	740.3	-	1002.13	887.93
1998	722.1	880.5	1012.4	812	-	856.75	577.47
1999	935.3	1269.4	1346.6	968.4	1113.7	1126.68	925.82
2000	1807.6	1759.2	1673.2	1515	1492.3	1649.46	991.9
2001	1494.3	1609.3	1554.5	1134	1543.2	1467.06	1129.28
2002	1790.5	1868.1	1742	1504	1792	1739.32	1144.34
2003	1856.9	2002	2208.4	1423	2013.1	1900.68	1542.1
2004	1649.9	1852	1991.1	1416	2023.7	1786.54	949.22
2005	994.4	1042.5	1132.4	862	851.8	976.62	736.58
2006	1500.6	1651	1319.7	1221	1489.6	1436.38	1130.7
2007	1243.2	1414	1392.4	1053	1385.2	1297.56	1065.52
2008	1563.5	1336	1368.3	1116.5	1332.8	1343.42	1023.78
Média por município	1.400,8	1.407,8	1.606,03	1.070,72	1.503,74	1.490	1.052,43

* Média para os meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio (FMAM)

Fonte: FUNCEME, 2008. Organizado por LIMA (2010).

Os dados demonstram também alta variabilidade interanual, com destaque para o ano de 1985 com o maior índice médio de precipitação, 2.810,65 mm, e o de 1993, com o menor índice médio, 628,23, com uma diferença entre os dois anos de 2.182,4 mm. Neste mesmo ano, a diferença entre a estação de

Fortaleza e a de Itaitinga ultrapassou os 630 mm, quando a estação do segundo registrou apenas 407,6mm, enquanto a do primeiro 1042,7 mm.

Essa variabilidade se reflete também na má distribuição anual da precipitação, com forte concentração das chuvas no primeiro semestre de cada ano, conforme Tabela 03 e Figura 14, denotando uma distribuição sazonal em dois períodos distintos, um chuvoso (verão-outono) e outro seco (inverno-primavera), com uma média de seis meses cada.

TABELA 03 - Médias pluviométricas mensais dos municípios drenados total ou parcialmente pela bacia hidrográfica do rio Coaçu.

Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Aquiraz	98.70	172.00	305.68	322.07	202.87	152.09	62.15	19.80	13.47	8.85	8.87	26.91	1400.8
Eusébio	118.44	156.49	284.7	383.90	231.72	130.30	57.91	19.29	10.48	6.64	10.65	22.86	1407.8
Fortaleza	127.97	191.16	355.01	359.90	216.28	165.21	82.47	26.58	22.76	12.28	10.9	34.65	1606.03
Itaitinga	107.77	119.65	243.32	268.19	184.52	90.67	24.84	10.43	11.00	0.90	2.68	9.06	1070.72
Fundação M. Nilva	148.70	147.43	306.28	406.49	238.22	163.87	57.02	13.29	0.38	1.28	2.28	17.9	1503.74
Média	120.316	157.35	299.00	348.11	214.72	140.43	56.88	17.88	11.62	6	7.08	22.28	1397.82

Fonte: FUNCEME, 2009. Organizado por Lima (2010).

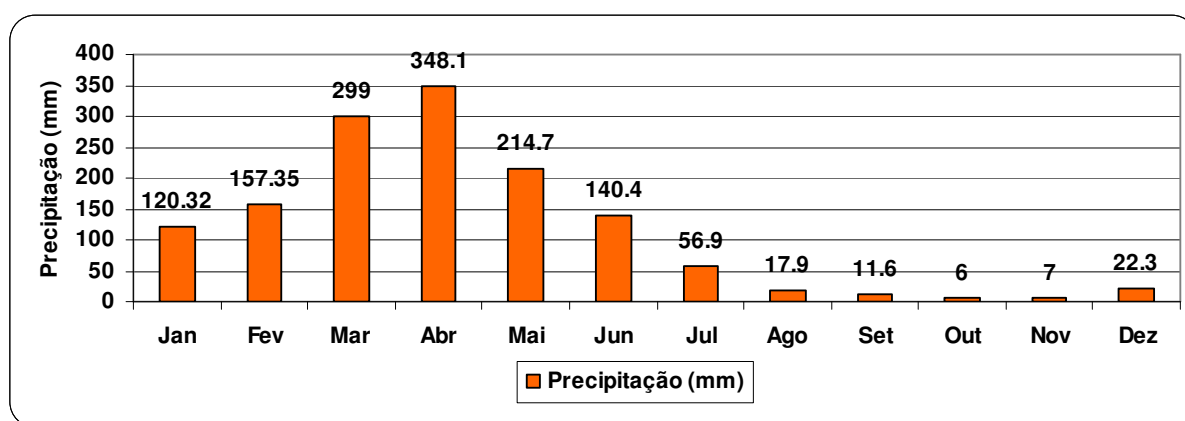


FIGURA 14 - Distribuição média da precipitação ao longo dos meses do ano na bacia

Fonte: Elaborado por LIMA (2010), com dados da FUNCEME, 2008.

O período chuvoso, compreendido entre janeiro e junho, concentra em média 88% das precipitações anuais, com destaque para os meses de fevereiro a maio, que concentram em média 71% das precipitações totais anuais, como pode ser visualizado nas Figuras 15 e 16.

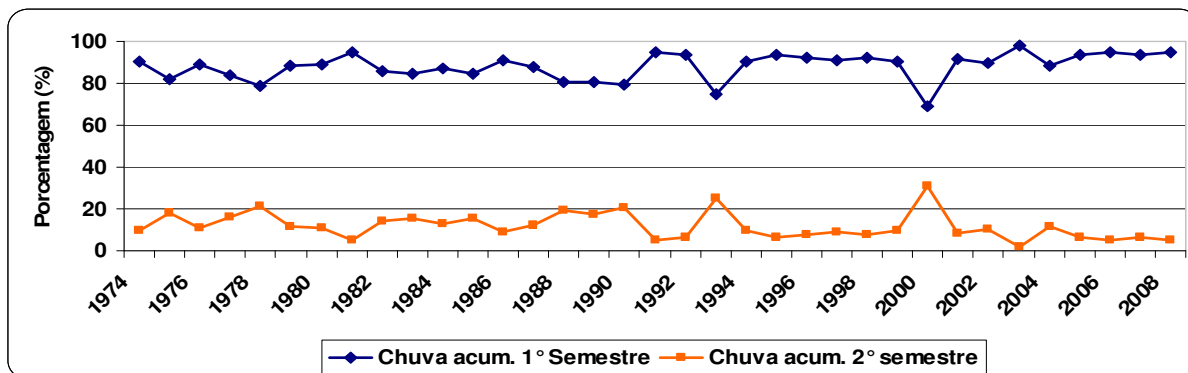


FIGURA 15 - Precipitação acumulada no 1º e 2º semestre pelo total de precipitações anuais

Fonte: Elaborado por LIMA (2010), com dados da FUNCEME, 2008.

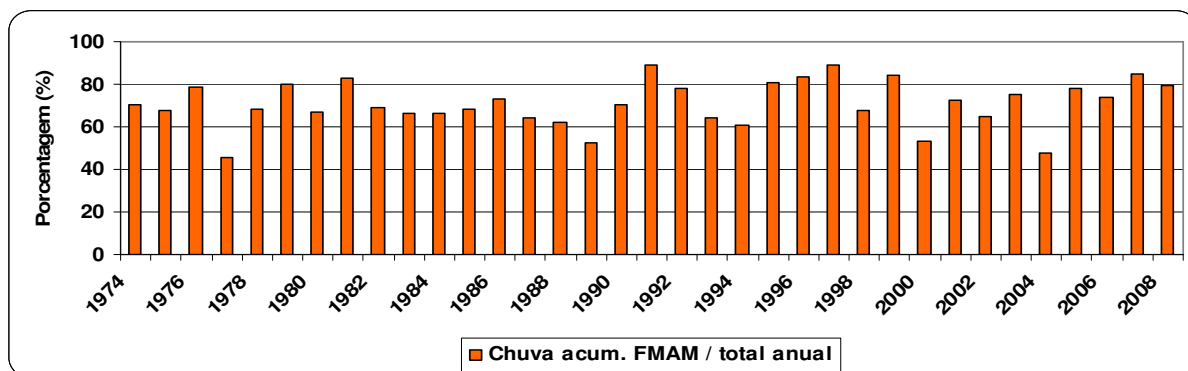


FIGURA 16 - Chuva acumulada entre os meses de Fevereiro e Maio - FMAM - pelo total anual

Fonte: Elaborado por LIMA (2010) com dados da FUNCEME, 2008.

Essas características interferem de modo significativo na formação e dinâmica da paisagem local, na disponibilidade de recursos hídricos de superfície e subsuperfície, exprimindo uma característica marcante de intermitência do rio Coaqu e afluentes durante os meses de agosto a janeiro.

Apesar disto, o volume de precipitações propicia a formação de maior número de superfícies hídricas representadas por planícies lacustres, fluviolacustres e açudes, em grande parte perenes, comparadas com áreas semiáridas do interior do Estado.

Zanella (2006) assinala que as características do quadro natural de um local, associado aos processos de ocupação e impermeabilização do solo, facilitam a ocorrência de muitos problemas relacionados a alagamentos e inundações, principalmente se estes estiverem relacionados a episódios intensos de precipitação em curto intervalo de tempo, como em geral ocorrem na área de estudo.

Ferreira e Melo (2005) dizem que a ocorrência de anos chuvosos está relacionada ao fenômeno *La Niña* e/ou ao dipolo negativo do Atlântico, quando as águas oceânicas do Atlântico Sul estão mais aquecidas; e os anos secos, ao fenômeno *El Niño* e/ou dipolo positivo do Atlântico, momento em que o oceano Atlântico sul está com águas mais frias, impedindo maior penetração de massas de ar no hemisfério meridional da ZCIT.

O elevado índice pluviométrico do primeiro semestre está relacionado ainda à atuação dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAS), Linhas de Instabilidade e Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), compreendidos como faixas de nuvens de diferentes origens e atuações na região Nordeste, e que agem com maior frequência entre janeiro e março; sem esquecer-se das brisas marítimas, sendo que a ZCIT contribui para o incremento desses sistemas atmosféricos na região e também das ondas de leste para o mês de junho.

Xavier (2001) propôs uma classificação climática para o Estado do Ceará, dividindo-o em oito regiões pluviometricamente homogêneas de acordo com o total de precipitação entre fevereiro e maio (FMAM). A escolha por tal período decorre do fato, como já explicado, de ser responsável por mais de 70% das precipitações condicionados pela ZCIT. E qualquer alteração pluviométrica nesse período define o quão chuvosos ou secos foram os anos pesquisados.

Para esta classificação, Xavier (2001) construiu uma tipologia climática definida em cinco categorias: muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, conforme indicado na Tabela 04.

De acordo com esta classificação, e analisando os dados médios dos totais pluviométricos entre fevereiro a maio já apresentados na Tabela 1, tem-se que dos 35 anos da série histórica analisada nas estações meteorológicas localizadas na região do litoral de Fortaleza, 11 são classificados como tendo precipitação dentro da tipologia normal; oito anos foram considerados chuvosos; os anos muito chuvosos possuem a mesma quantidade de secos, seis anos; e quatro anos foram considerados com tipologia muito seco.

O ano de 1984 interrompeu um período de quatro anos muito secos, ocorridos entre 1980 a 1983, visto que a média da quadra chuvosa não ultrapassou os 750 mm. Antes destes, o ano de 1979 já indicava uma redução significativa das precipitações, no entanto, a mesma sequência de quatro anos para anos muito chuvosos não ocorreu, uma vez que a maior sequência deu-se entre 1984 e 1986,

ou seja, apenas três anos. Ressalta-se que os anos muito secos de 1980 a 1983 estiveram sobre o efeito do fenômeno *El Niño*, e o período correspondente sobre o efeito *La Niña*.

TABELA 04 - Regiões pluviometricamente homogêneas do Ceará, de acordo com Xavier (2001).

Categorias / Regiões	Muito Seco (mm)	Seco (mm)	Normal (mm)	Chuvoso (mm)	Muito Chuvoso (mm)
Litoral Norte	0 a 500,6	500,7 a 729,3	729,4 a 1.073,5	1.073,6 a 1.222,5	acima de 1.222,6
Litoral Trairi-Pecém	0 a 520,4	520,5 a 641,5	641,6 a 861,5	861,6 a 1.157,6	acima de 1.157,7
Litoral de Fortaleza	0 a 625,3	625,4 a 798,2	798,3 a 1.121,5	1.121,6 a 1.355,5	acima de 1.355,6
Maciço de Baturité	0 a 588,4	588,5 a 690,0	690,1 a 911,7	911,8 a 1.241,9	acima de 1.242,0
Ibiapaba	0 a 543,0	543,1 a 729,4	729,5 a 1.044,1	1.044,2 a 1.310,0	acima de 1.310,1
Jaguaribana	0 a 400,1	400,2 a 555,4	555,5 a 692,3	692,4 a 952,1	acima de 952,2
Cariri	0 a 439,5	439,6 a 567,7	567,8 a 729,1	729,2 a 862,5	acima de 862,6
Sertão Central e Inhamuns	0 a 361,9	362,0 a 449,7	449,8 a 605,8	605,9 a 763,2	acima de 763,3

Fonte: Xavier, 2001.

Para os demais anos, observa-se grande variabilidade sem sequências significativas, apresentando um quadro caracterizado por incertezas e imprevisibilidade no que se refere à precipitação, com quase ausência em alguns anos, a abundâncias em outros. A distribuição deveras irregular para o espaço da Bacia hidrográfica, concentrada em um pequeno período do ano, sintetiza a caracterização pluviométrica da área de pesquisa.

É importante ressaltar que os fatores observados causam prejuízos sem precedentes em termos de utilização agrícola da terra, refletindo-se nas condições econômicas e, principalmente sociais para a população que direta ou indiretamente necessita da disponibilidade dos recursos hídricos para desenvolver suas atividades.

No que se refere à umidade relativa, esta apresenta intensa correlação com o regime pluviométrico da Bacia hidrográfica, uma vez que os maiores valores estão entre os meses mais chuvosos, fevereiro a maio. Na Tabela 5, estão representados os dados de todos os parâmetros climáticos utilizados para a caracterização climática da bacia.

TABELA 05 -Parâmetros climáticos com valores médios da estação meteorológica de Fortaleza

Parâmetro Climático	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação (mm)*	120.32	157.35	299	348.1	214.7	140.4	56.9	17.9	11.6	6	7	22.3
Temperatura Média (°C)	27.8	27.2	27.2	26.9	26.9	26.7	26.2	26.8	27	27.1	27.4	27.6
Temperatura Máx. Média (°C)	30.5	30.1	29.7	29.7	29.1	29.6	29.5	29.1	29.2	30.5	30.7	30.7
Temperatura Mín. Média (°C)	24.7	23.2	23.8	23.4	23.4	22.1	21.8	22.6	23.4	24.5	24.4	24.6
Umidade Relativa (%)	78	79	84	85	82	80	80	75	74	73	74	76
Evaporação (mm)	149	109	85	74	85	95	123	173	193	197	185	181
Velocidade dos Ventos (m/s)	3.7	3.1	2.5	2.3	2.7	3.1	3.5	4.5	4.9	4.7	4.5	4.2
Nebulosidade (décimos)	5.8	6.2	6.5	6.4	5.6	4.8	4.5	3.8	4	4.3	4.5	4.8
Insolação (horas)	216.2	175.8	148.9	152.8	209.1	239.6	263.4	268.9	282.9	266.1	283.2	257.4

* Para a precipitação foi utilizada a média do conjunto das estações meteorológicas pesquisadas e não somente a da estação de Fortaleza

Fonte: FUNCEME, (2008); Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992) e INMET (2008).

Os dados de umidade relativa, no entanto, são elevados em todo o ano, sem grandes diferenças, variando entre 73% em outubro, no período mais seco, a 85% em abril, mês com maiores médias pluviométricas. Isto é proporcionado pela proximidade do oceano, que possibilita valores elevados no decorrer do ano, com evaporação intensa e sistemas de ventos maior.

Assim como a umidade relativa, a nebulosidade apresenta correlação com o período chuvoso, visto que os maiores valores estão também entre janeiro e maio, e os menores, entre agosto e outubro. A insolação tem relação inversa ao da umidade relativa e da nebulosidade, já que os meses com maior quantidade de horas de sol estão no período seco, conforme dados apresentados (Tabela 5).

A insolação possui média anual de 2.664,3 horas, com destaque para o mês de setembro, com maior quantidade de horas (282,9 horas), e o de março com o menor (148,9 horas). A proximidade da linha do equador ocasiona uma forte incidência dos raios solares durante o ano, diminuída apenas nos meses de maior precipitação que, conseqüentemente, ocasionam maior cobertura de nuvens e, portanto, diminuição de horas do dia à exposição do sol.

A evaporação apresenta-se elevada durante todo o ano, com um total anual de 1.649 mm evaporados, apresentando uma correlação com os dados de insolação, como pode ser visualizado na Figura 17.

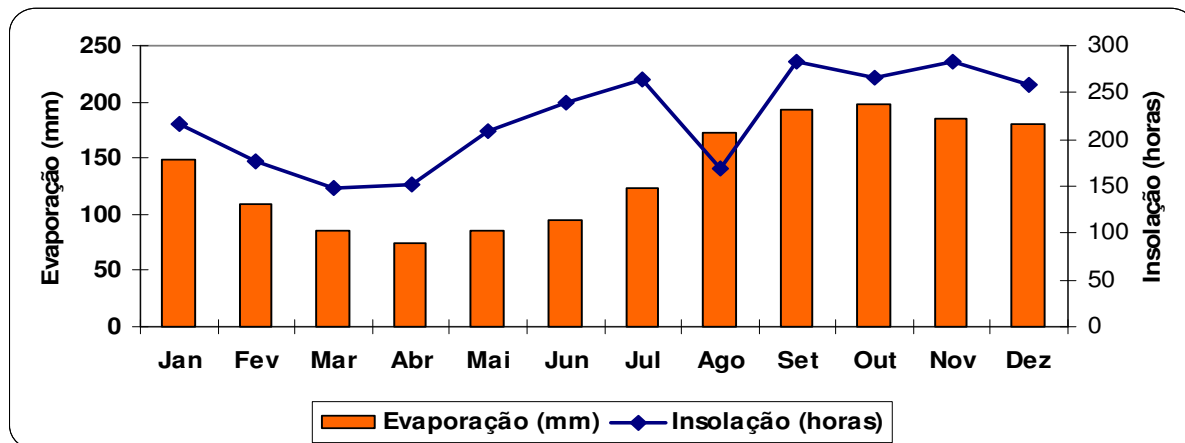


FIGURA 17 - Médias de horas de insolação e evaporação para a estação meteorológica de Fortaleza. **Fonte:** Elaborado por LIMA (2010) com dados da FUNCEME (2008) e INMET (2008).

O período seco, todavia, que corresponde aos meses de julho a dezembro, é responsável por 64% do total evaporado em média anualmente (1.042 mm). E quando associado ao período de maior velocidade dos ventos, insolação média e diminuição do regime de precipitação, ocasiona a intermitência do rio Coaçu e afluentes no alto, e maior parte do médio curso, bem como da diminuição das águas dos espelhos lacustres e fluviolacustres. Isto ocasiona uma situação de déficit hídrico, como será discutido em seguida pelos dados do balanço hídrico.

Seguindo a ocorrência dos dados de evaporação, a velocidade dos ventos também existe maiores valores entre agosto e novembro com velocidades superiores a 4,5 m/s, tendo o mês de setembro com maior velocidade (4,9 m/s). A diminuição ou mesmo ausência de chuvas favorece maior velocidade dos ventos que sopram do quadrante E-SE, com forte influência do anticiclone do Atlântico sul, de onde se originam esses ventos, responsável ainda pela estabilidade do tempo na maior parte do ano no Estado do Ceará.

Zanella (2005) diz que no período chuvoso os ventos de nordeste têm também atuação, porém com menor intensidade se comparados aos ventos de sudeste que atuam durante todo o ano, mas com velocidades reduzidas no período chuvoso, reinando, desta forma, nesse período, os ventos de nordeste. Estes, diferentemente dos de sudeste, são resultado do deslocamento da ZCIT ao sul da linha do equador, que impulsiona e favorece a ocorrência desses ventos.

A normal climatológica de temperatura apresenta-se sem grandes diferenças térmicas ao longo do ano, ou seja, é relativamente estável, mas com valores elevados ao longo dos meses, resultado da incidência dos raios solares pela proximidade da linha do equador.

A média anual está em torno de 27 °C, sendo que a média das mínimas é de 23,5 °C, e a média das máximas 31,3 °C. As amplitudes são baixas no decorrer do ano, uma vez que a diferença entre a maior e menor temperatura média é de apenas 1,6 °C, reduzindo-se a temperatura média de janeiro que é a maior (27,8 °C) pela menor, no caso a do mês de julho (26,2 °C). Na Figura 18, estão representadas a distribuição da temperatura média e médias da máxima e das mínimas para a Bacia.

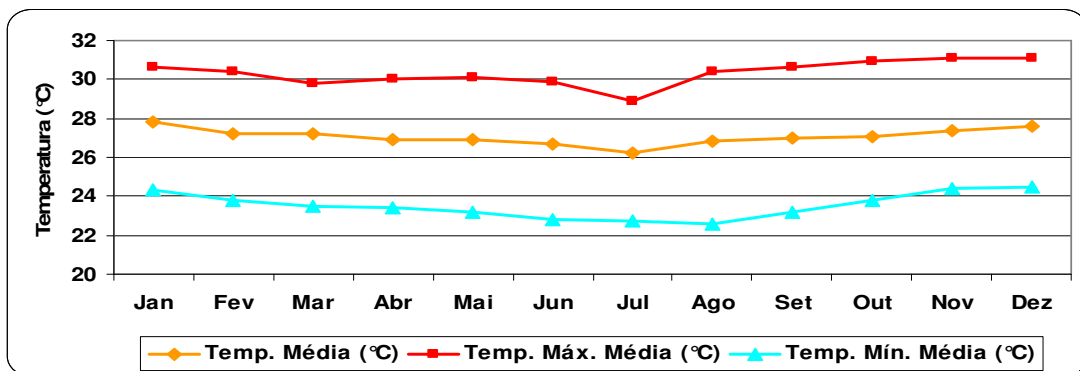


FIGURA 18 - Temperatura média e médias das máximas e mínimas para a Bacia do Coaçu
Fonte: Elaborado por LIMA (2010) com dados da FUNCEME (2008) e INMET (2008).

Em razão do conjunto desses parâmetros climáticos, o sistema de drenagem do Coaçu é intermitente na maior parte do ano, com exceção da parte final do médio ao baixo curso, numa extensão de pouco mais 14 km dos 32,5 km do perfil longitudinal, que se estende das proximidades da avenida do 4º anel viário, que liga a rodovia CE 040 e a BR 116, no Município de Eusébio, até a sua foz, no rio Cocó.

As características aqui apresentadas refletem o jogo de relações a que os sistemas e subsistemas ambientais estão submetidos, no modo como estão distribuídos, na dinâmica e no fluxo de matéria e energia entre eles, além dos demais processos que atuam na formação dos elementos naturais, como as formas

de relevo e distribuição da cobertura vegetal que melhor espelha esse jogo de relações.

Balanço hídrico

Os dados do balanço hídrico referem-se às estações de Fortaleza, que possui os maiores índices de precipitação, e o de Itaitinga, com menores valores pluviométricos. Para as outras estações, foram realizados os cálculos de balanço hídrico, porém, pela proximidade com os resultados apresentados pela estação de Fortaleza, não houve a necessidade de apresentá-los, mas serão discutidos. Foi considerada a Capacidade de Armazenamento - CAD de água no solo de 100 mm, não considerando as diferenças intrínsecas dos tipos de solo.

Assim, foram utilizados os dois extremos de resultados evidenciadores e confrontantes da situação irregular da distribuição da precipitação, Evapotranspiração Potencial - ETP, Evapotranspiração Real - ETR, excesso e deficit hídrico na bacia do rio Coaçu. Ressalta-se também que o balanço hídrico com dados de precipitação média do conjunto das cinco estações meteorológicas também foi realizado, demonstrando uma diferença média entre as estações pesquisadas, retratando a situação geral da área em estudo. Os dados foram calculados pelo programa HIDROCEL desenvolvido por Costa (2006), que utiliza como metodologia o modelo contábil de Thornthwaite & Mather (1955).

Segundo Nimer e Brandão (1985), o balanço hídrico consiste na contabilidade do regime hídrico anual a partir da entrada de água pelo regime de precipitação pluviométrica e saída, que depende da intensidade de evapotranspiração. Esse processo é fundamental para o desenvolvimento e conhecimento das condições fitogeográficas da área em estudo, além de indicar as potencialidades e limitações das condições de utilização agrícola da terra no decorrer do ano.

Analisando-se os dados do balanço hídrico das duas estações, é notável a diferença de precipitação, ETP, ETR, excesso e deficit hídrico. Há um decréscimo do total da precipitação do litoral para o interior, ou seja, de Fortaleza para Itaitinga; já a ETP cresce em sentido contrário, de Itaitinga para Fortaleza, assim como o deficit de água também.

A estação de Fortaleza apresentou em média cinco meses de excesso de água, sendo dois destes acima de 200 mm (março e abril). Os valores da ETP dessa estação totalizaram 1.749 mm, sem grandes diferenças entre os meses do ano, sempre maiores do que 125 mm e menores que 165 mm, tendo os meses de dezembro e janeiro com maiores valores (161 e 165 mm respectivamente) e junho e julho com os menores (134 e 128 respectivamente).

Já os índices de ETR variaram consideravelmente de 11 mm em novembro a 159 mm em janeiro, totalizando 1.165 mm. O déficit total da estação, portanto, é de 584 mm (ETP – ETR), que se distribuem de julho a janeiro. O excesso hídrico concentra-se nos demais meses, com total médio de 539.6 mm, o qual é incorporado à rede de drenagem superficial e de subsuperfície, alimentando os aquíferos e as planícies lacustres e fluviolacustres.

O período de déficit hídrico é maior, no entanto, refletindo-se na diminuição dos espelhos lacustres e intermitências dos rios, além de ser desfavorável às práticas agrícolas. A tipologia climática de Fortaleza obtida foi C2 w1 A' a', ou seja, C2, subúmido úmido; w1, moderada deficiência de água no inverno/primavera; A', megatérmico; e a', sem variação estacional de temperatura. A Tabela 06 e as Figuras 19 e 20 sintetizam os resultados dos dados para Fortaleza.

TABELA 06 - Resultado dos dados do balanço hídrico para Fortaleza*

	T	ETP	P	P-ETP	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
MÊS					100				
JAN	27.8	165.0	127.97	-37.0	69.05	-30.95	159.0	6.0	0.0
FEV	27.7	147.0	191.16	44.2	100.00	30.95	147.0	0.0	13.2
MAR	27.2	152.0	355.01	203.0	100.00	0.00	152.0	0.0	203.0
ABR	26.9	140.0	359.9	219.9	100.00	0.00	140.0	0.0	219.9
MAI	26.9	144.0	216.28	72.3	100.00	0.00	144.0	0.0	72.3
JUN	26.7	134.0	165.21	31.2	100.00	0.00	134.0	0.0	31.2
JUL	26.2	128.0	82.47	-45.5	63.43	-36.57	119.0	9.0	0.0
AGO	26.8	140.0	26.58	-113.4	20.40	-43.02	70.0	70.0	0.0
SET	27.0	140.0	22.76	-117.2	6.32	-14.09	37.0	103.0	0.0
OUT	27.1	148.0	12.28	-135.7	1.63	-4.69	17.0	131.0	0.0
NOV	27.4	150.0	10.09	-139.9	0.40	-1.22	11.0	139.0	0.0
DEZ	27.6	161.0	34.65	-126.4	0.11	-0.29	35.0	126.0	0.0
Totais	-	1749	1604.36	-	-	-	1,165	584	540
Médias	27.1	-	133.697	-	-	-	-	-	-

* T - Temperatura; ETP - Evapotranspiração Potencial; P - Precipitação; P-ETP: Precipitação - Evapotranspiração Potencial; ARM - Armazenamento; ALT - Variação de Armazenamento; ETR - Evapotranspiração Real; DEF - Déficit; EXC: Excesso.

Fonte: Programa HIDROCEL, Costa (2006).

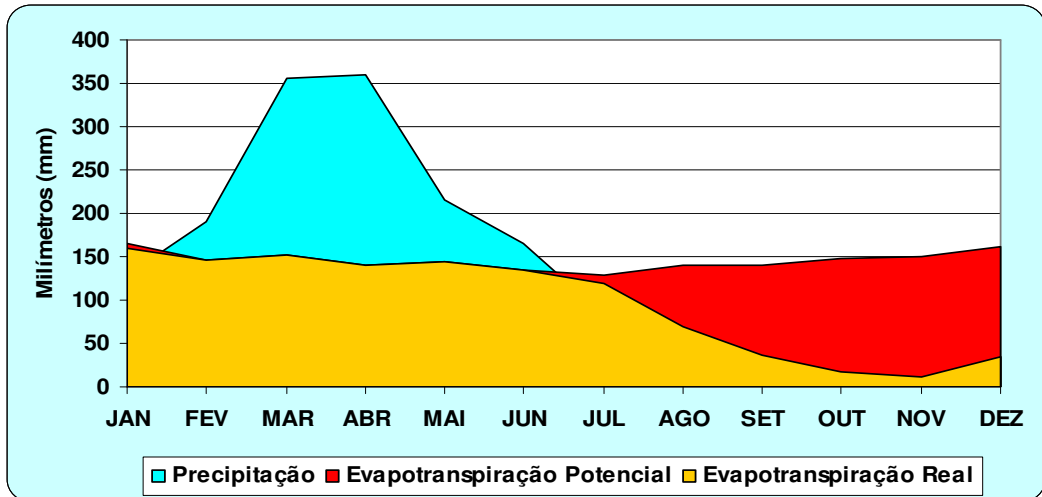


FIGURA 19 - Balanço Hídrico de Fortaleza
Fonte: Programa HIDROCEL, Costa (2006).

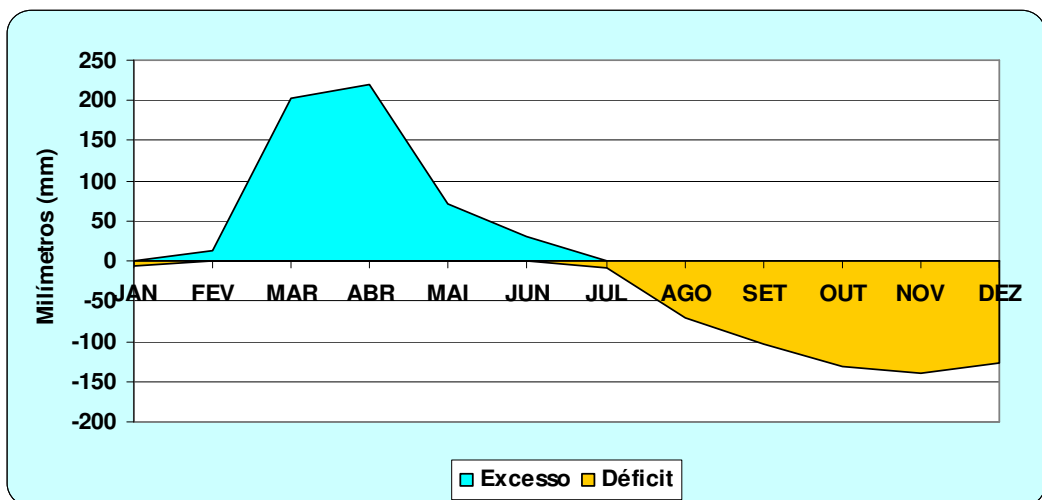


FIGURA 20 - Excesso e Déficit hídrico para Fortaleza
Fonte: Programa HIDROCEL, Costa (2006).

Os dados da estação de Itaitinga evidenciam a grande diferença climática da bacia do rio Coaçu, uma vez que a ETP de Itaitinga se mostra divergente de Fortaleza. O total da ETP é de 1.674 mm e ETR, 945 mm, com 729 mm de déficit hídrico, contra 584 mm verificados em Fortaleza.

Os maiores e menores valores médios de ETP e ETR mostraram-se equivalentes com relação aos meses constados em Fortaleza, maiores ETP em dezembro e janeiro e menores em junho e julho. Os índices de ETR variam de 3 mm, em outubro e novembro, a 148 mm, em janeiro, com total de 945 mm.

Diferentemente de Fortaleza, em Itaitinga há somente três meses com ocorrência de excesso hídrico (março a maio), alcançando apenas 228,9 mm, e nove com deficit, totalizando 729 mm, diferença de 448,1 mm.

O potencial de água no solo deste Município é bastante reduzido em razão do longo período de deficit hídrico. A contribuição de alimentação dos aquíferos e escoamento superficial também se mostram menores comparados aos de Fortaleza. Deve-se observar ainda que o tempo de cultivo da terra para a agricultura é menor, podendo prejudicar o desenvolvimento das culturas e colheita.

A classificação climática de Itaitinga resultou na seguinte tipologia: C1, subúmido seco; w2, grande deficiência de água no inverno/primavera; A', Megatérmico; e a' sem variação estacional da temperatura - C1 w2 A' a'.

A Tabela 07 e as Figuras 21 e 22 resumem os dados discutidos. É necessário observar a diferença de área dos gráficos entre as figuras de Fortaleza e Itaitinga, refletindo, desta forma, as características do conjunto dos fatores de precipitação, ETP, ETR, deficit e excesso hídrico.

TABELA 07 - Resultado do Balanço hídrico para Itaitinga*

	T	ETP	P	P-ETP	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Mês					100				
JAN	27.5	159.0	107.77	-51.2	59.91	-40.09	148.0	11.0	0.0
FEV	27.3	140.0	119.65	-20.4	48.88	-11.03	131.0	9.0	0.0
MAR	26.8	144.0	243.32	99.3	100.00	51.12	144.0	0.0	48.2
ABR	26.5	133.0	268.19	135.2	100.00	0.00	133.0	0.0	135.2
MAI	26.6	139.0	184.52	45.5	100.00	0.00	139.0	0.0	45.5
JUN	26.3	128.0	90.67	-37.3	68.85	-31.15	122.0	6.0	0.0
JUL	25.8	122.0	24.84	-97.2	26.06	-42.79	68.0	54.0	0.0
AGO	26.4	133.0	10.43	-122.6	7.65	-18.41	29.0	104.0	0.0
SET	26.7	135.0	11	-124.0	2.21	-5.44	16.0	119.0	0.0
OUT	26.8	143.0	0.9	-142.1	0.53	-1.68	3.0	140.0	0.0
NOV	27.1	144.0	2.68	-141.3	0.13	-0.40	3.0	141.0	0.0
DEZ	27.3	154.0	9.09	-144.9	0.03	-0.10	9.0	145.0	0.0
Totais	-	1674	1073.06	-	-	-	945	729	229
Médias	26.8	-	89.42167	-	-	-	-	-	-

* T - Temperatura; ETP - Evapotranspiração Potencial; P - Precipitação; P-ETP: Precipitação - Evapotranspiração Potencial; ARM - Armazenamento; ALT - Variação de Armazenamento; ETR - Evapotranspiração Real; DEF - Déficit; EXC: Excesso. **Fonte:** Programa HIDROCEL, Costa (2006).

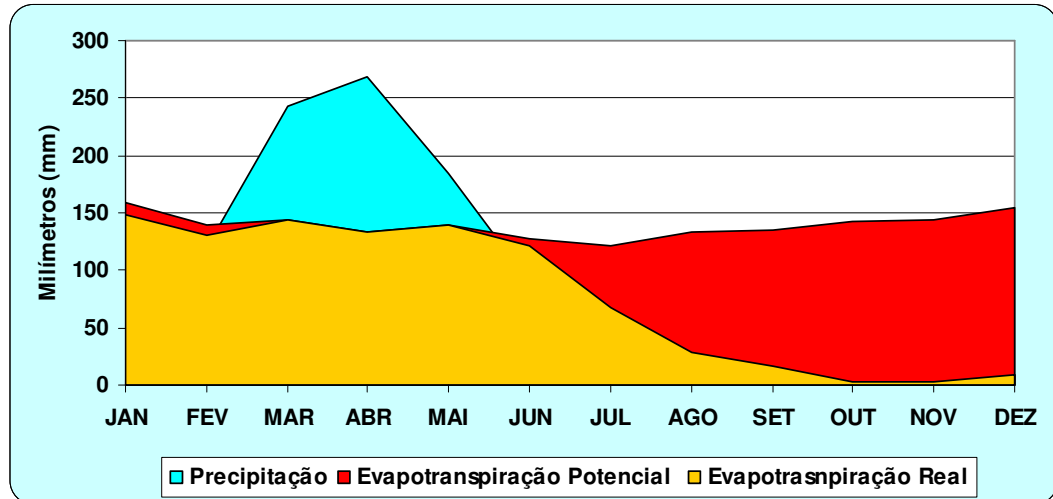


FIGURA 21 - Balanço Hídrico para Itaitinga
Fonte: Programa HIDROCEL, Costa (2006).

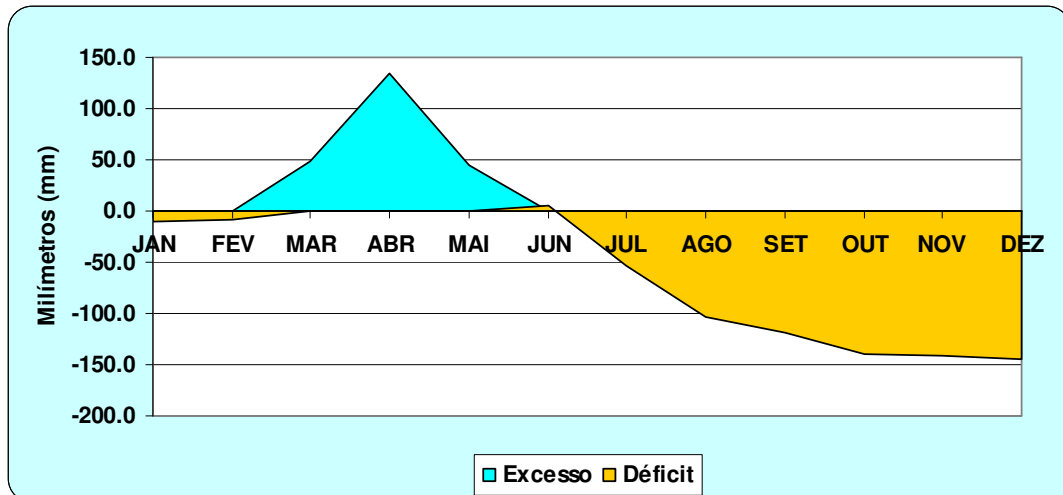


FIGURA 22 - Excesso e Déficit hídrico para Itaitinga
Fonte: Programa HIDROCEL, Costa (2006).

O balanço hídrico de todas as estações em conjunto foi realizado de modo a proporcionar uma visão geral da disponibilidade e deficiência hídrica da área de estudo. Desta forma, os dados foram reunidos e posteriormente retirou-se uma média, cujos valores são discutidos a seguir.

Os dados evidenciaram em conjunto que, para a bacia hidrográfica do rio Coaçu, há um excesso hídrico menor (432 mm) do que o constatado somente se fosse considerada a estação climatológica de Fortaleza (539,6 mm) e concentrados em 4 meses (fevereiro a maio) e não em cinco, como neste; porém, o excesso hídrico apresenta-se maior do que o constatado em Itaitinga, cujo excesso se concentra somente em março, abril e maio, totalizando apenas 228,9 mm.

Os dados de evapotranspiração real variaram de 156 mm em janeiro a 8 mm em novembro, com um total anual de 1.095 mm, e com deficit hídrico de 654 mm entre junho a janeiro. O deficit é maior do que o constatado na estação de Fortaleza (584 mm) e menor do que o de Itaitinga (729).

A tipologia climática média das estações resultou em: C2 w2 A' a', ou seja, C2, subúmido úmido; w2, grande deficiência de água no inverno/primavera; A', megatérmico; e a', sem variação estacional de temperatura.

De modo geral, os dados demonstram-se intermediários entre Fortaleza e Itaitinga, conforme Tabela 08 e Figuras 23 e 24.

TABELA 08 - Dados do Balanço Hídrico Médio das estações da Bacia*

MÊS	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	P-ETP (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
100									
JAN	27.8	165.0	120.32	-44.7	63.97	-36.03	156.0	9.0	0.0
FEV	27.7	147.0	157.35	10.4	100.00	36.03	147.0	0.0	0.0
MAR	27.2	152.0	299	147.0	100.00	0.00	152.0	0.0	147.0
ABR	26.9	140.0	348.1	208.1	100.00	0.00	140.0	0.0	208.1
MAI	26.9	144.0	214.7	70.7	100.00	0.00	144.0	0.0	70.7
JUN	26.7	134.0	140.4	6.4	100.00	0.00	134.0	0.0	6.4
JUL	26.2	128.0	56.9	-71.1	49.12	-50.88	108.0	20.0	0.0
AGO	26.8	140.0	17.9	-122.1	14.49	-34.63	53.0	87.0	0.0
SET	27.0	140.0	11.6	-128.4	4.01	-10.47	22.0	118.0	0.0
OUT	27.1	148.0	6	-142.0	0.97	-3.04	9.0	139.0	0.0
NOV	27.4	150.0	7	-143.0	0.23	-0.74	8.0	142.0	0.0
DEZ	27.6	161.0	22.3	-138.7	0.06	-0.17	22.0	139.0	0.0
Totais	-	1749	1401.57	-	-	-	1,095	654	432
Médias	27.1	-	116.7975	-	-	-	-	-	-

* T - Temperatura; ETP - Evapotranspiração Potencial; P - Precipitação; P-ETP: Precipitação - Evapotranspiração Potencial; ARM - Armazenamento; ALT - Variação de Armazenamento; ETR - Evapotranspiração Real; DEF - Déficit; EXC: Excesso. **Fonte:** Programa HIDROCEL, Costa (2006).

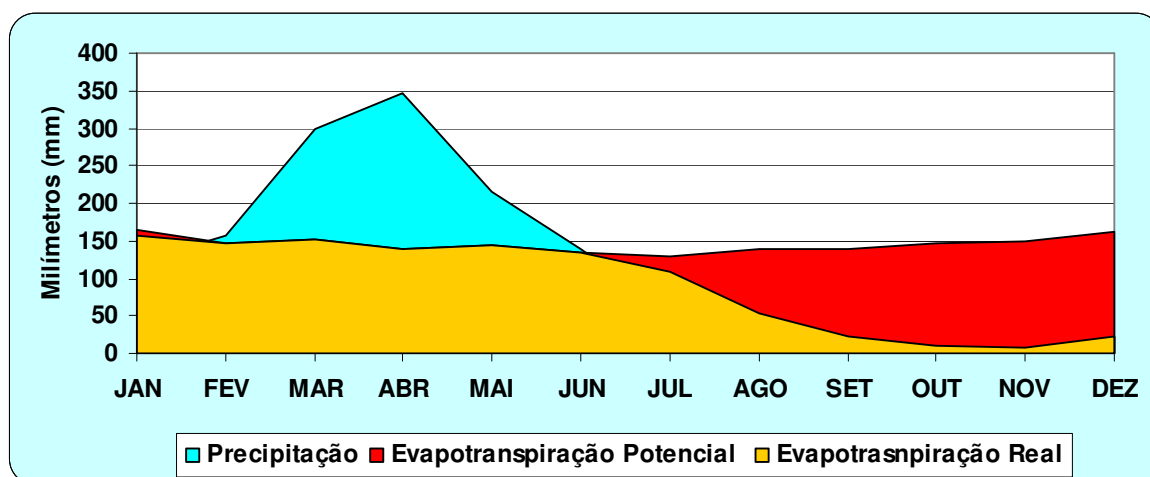


FIGURA 23: Balanço Hídrico médio das estações climatológicas da Bacia
Fonte: Programa HIDROCEL, Costa (2006).

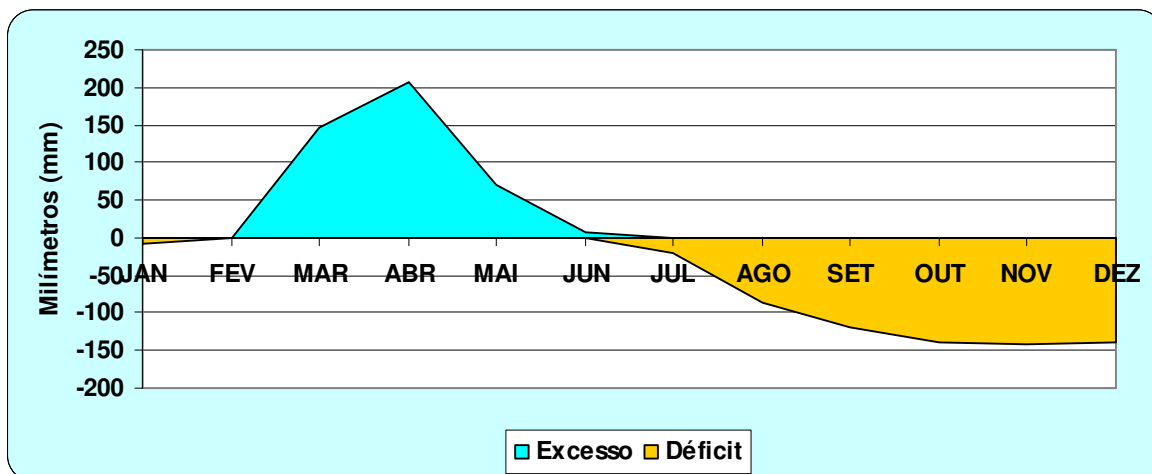


FIGURA 24 - Excesso e Deficit hídrico médio para as estações climatológicas da Bacia
Fonte: Programa HIDROCEL, Costa (2006).

A Tabela 09 demonstra sinteticamente as diferenças dos valores encontrados entre as estações de Fortaleza (mais úmida) e de Itaitinga (menos úmida) juntamente com os valores médios das cinco estações climatológicas pesquisadas.

TABELA 09 - Valores totais para os parâmetros discutidos entre as estações de Fortaleza, Itaitinga e valores médios para o conjunto das estações climatológicas da Bacia

Estação climatológica / Parâmetros	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	TIPOLOGIA CLIMÁTICA
Fortaleza	1604.36	1.749	1.165	584	539.6	C2 w1 A' a'
Itaitinga	1073.06	1.674	945	729	229	C1 w2 A' a'
Valores médios das estações da Bacia do Coaçu	1401.57	1749	1.095	654	432	C2 w2 A' a'

* P – Precipitação; ETP - Evapotranspiração Potencial; ETR - Evapotranspiração Real; DEF - Déficit; EXC - Excesso; C2 - subúmido úmido; C1 - subúmido seco; w1 - moderada deficiência de água no inverno/primavera; w2 - grande deficiência de água no inverno/primavera; A' - Megatérmico; a' - sem variação estacional de temperatura.

Fonte: Elaborado por LIMA (2010) com base no Programa HIDROCEL, Costa (2006).

A análise desses parâmetros permite concluir que a bacia hidrográfica do rio Coaçu, em associação com os demais elementos naturais, possui segmentos climáticos formados em virtude de variações do regime pluviométrico, visto que não há grandes diferenças de temperaturas entre as estações, bem como durante o ano.

Os diferentes segmentos constatados podem ser assim resumidos: o primeiro com índices inferiores aos 1.100 mm, localizadas no alto curso da Bacia, onde estão as nascentes; o segundo, intermediário, com índice médio por volta de 1.400 mm, referente ao médio curso; e, por último, o segmento mais próximo da superfície oceânica, com precipitação média em torno de 1.550 mm, que representa a área do baixo curso do Rio, onde também se constata o caráter semiperene do

curso principal e afluentes, evidenciando maior disponibilidade hídrica superficial e subterrânea.

Apesar de localizar-se inteiramente na Zona Costeira do Estado do Ceará, a área de estudo reflete as características dominantes do clima semiárido regional no que se refere à grande variabilidade e distribuição irregular da pluviometria tanto no espaço como no tempo.

A seguir são apresentadas e discutidas as condições hidrogeológicas intimamente associados ao regime pluviométrico em análise, bem como as unidades litoestratigráficas e geomorfológicas já discutidas.

Condições Hidrogeológicas

A disponibilidade de recursos hídricos de superfície e subsuperfície é condicionada principalmente pelas condições climáticas, sobressaindo o regime pluviométrico, que como foi discutido, se apresenta bastante irregular têmporo-espacialmente na bacia hidrográfica do rio Coaçu. Pesam ainda na disponibilidade desse recurso as condições geológicas e geomorfológicas, pedológicas e fitogeográficas que, em conjunto, permitem indicar as áreas de maior ou menor disponibilidade de águas.

O conhecimento da disponibilidade e da qualidade dos recursos hídricos de superfície e subsuperfície é de fundamental importância para melhor compreender o aproveitamento das águas, além dos demais recursos naturais que direta e/ou indiretamente têm a água como requisito indispensável para o desenvolvimento, possibilitando posteriormente uma utilização social mais adequada.

Tendo em vista que a maior parte da Bacia se localiza sobre as coberturas sedimentares do Grupo Barreiras, esta cobertura sedimentar possibilita, diferentemente dos terrenos localizados sobre o embasamento cristalino, maior condição de infiltração e, conseqüentemente, armazenamento de água, alimentando, desta forma, o lençol d'água subterrâneo.

Essa maior capacidade de armazenamento decorre de os sedimentos do Barreiras serem de modo geral mal selecionados, com intercalações de material

mais grosseiro, com fácies conglomeráticas e espaços intergranulares (SOUZA, 2000), o que encerra uma complexidade de fácies sedimentares de textura arenoargilosa, permitindo maior percolação das águas precipitadas.

Segundo o DNPM (1998), a unidade geológica do Barreiras constitui localmente um aquífero livre, com características naturais de semiconfinamento, uma vez que há a predominância de sedimentos silticoargilosos. Tem como fontes de recarga a precipitação pluviométrica, drenagens influentes e o sistema dunas/paleodunas. Apresenta nível estático de 8 a 12 m e espessura saturada de 15m. Em geral, as águas são captadas por poços com profundidade entre 40 a 60 m, que cedem vazões de 1,5 a 3 m³/h (op. cit 1998).

No contexto regional, no entanto, a Formação Barreiras não pode ser considerada um aquífero e sim um *aquitarde* (BIANCHI et al., 1984 apud DNPM, 1998), exatamente por possuir variações litológicas e intercalações de materiais arenosos a silticoargilosos, constituindo-se uma formação geológica que possui permeabilidade e porosidade baixas, tanto vertical quanto horizontalmente, transmitindo a água lentamente.

Apesar desses fatores de disponibilidade de água subterrânea na Formação Barreiras, a sua exploração é limitada em casos de grande demanda hídrica da RMF, principalmente nos anos de menor precipitação pluviométrica; no entanto, pela sua extensão territorial, é uma importante unidade para captação de água para abastecimento humano, desde que em pequenas proporções, de modo que sejam respeitados os limites das reservas e recursos renováveis disponíveis.

A disponibilidade de recursos explotáveis, por exemplo, depende de cenários de exploração. A COGERH (1999) buscou identificar dois cenários de exploração sustentáveis possíveis, que são a extração dos recursos a 20 l/s.km², tendo 50 % de risco de não-renovação, ou de 0,3 l/s.km², com 1% de risco. Nesse intervalo, mesmo com 50 % de risco para o primeiro cenário, as reservas permanentes permaneceriam com capacidade de renovação adequada para a demanda.

Tem-se observado, porém, que inúmeros poços para captação de água foram instalados no decorrer dos anos, principalmente nos anos mais secos, em que o abastecimento de água ficava comprometido. A quantidade excessiva de poços tem dificultado a reconstituição das águas subterrâneas em alguns pontos

(COGERH, 1999), visto que as cotas de potencialidade de água, realizadas em estudos anteriores, se mostram perturbadas pelos bombeamentos.

De modo geral, o direcionamento das águas superficiais e subterrâneas acompanha o leve caimento topográfico dessa cobertura sedimentar que se direciona ao mar, alimentando nesse percurso lagoas freáticas, muitas das quais perenes, riachos e rios, visto que o lençol freático nessas áreas possui pouca profundidade.

O Grupo Barreiras, no que diz respeito à capacidade de infiltração das águas, ainda é beneficiado também pelo conjunto das dunas e paleodunas, onde os sedimentos repousam discordantemente sobre o mesmo ou sobre os sedimentos aluvionares e de mangues que comumente ocorrem no setor nordeste da bacia do Coaçu.

O sistema geológico/geomorfológico formado pelas dunas e paleodunas constitui o melhor potencial hidrogeológico da Zona Costeira (DNPM, 1998). Esse potencial hidrogeológico é explicado pelo fato de as dunas e paleodunas serem formadas por sedimentos quaternários arenoquartzosos, ou seja, são areias pouco consolidadas, finas, e bastante homogêneas em sua constituição com diâmetro entre 0,15 a 0,25 mm (op. cit 1998), que facilitam enormemente a percolação das águas precipitadas. Há a ocorrência de sedimentos silticoargilosos nas dunas mais antigas, fruto dos processos pedogenéticos e, conseqüentemente, do recobrimento vegetal, porém o comportamento hidrodinâmico de infiltração é similar ao das dunas móveis.

Dito isto, o sistema dunas e paleodunas formam um só aquífero livre, onde a saturação do lençol freático está de poucos a no máximo 10 m, possuindo nível estático subaflorante ou atingindo no máximo 6 m; produz uma vazão média de 6 m³/h, podendo alcançar 15 m³/h, caracterizando-se por possuir dupla função, uma que trabalha como aquífero principal e uma outra como aquífero de transferência do potencial hídrico para unidades geológicas adjacentes, como o Barreiras e aluviões (op. cit 1998).

Em decorrência das características litológicas do sistema dunas / paleodunas, no que se refere à boa capacidade de percolação, porosidade e transmissividade de águas, além de possuir um lençol freático raso, esse sistema é altamente susceptível a contaminação, com grave repercussão sobre a saúde humana e bastante frágil aos impactos provocados por ocupações irregulares do

meio físico sem infraestrutura de saneamento, principalmente coleta de lixo e esgotamento sanitário. Soma-se a isto a intrusão da cunha salina que pode comprometer a qualidade da água em determinados locais. Em locais de intrusão salina, a perfuração de poços necessita de um controle e monitoramento efetivos, de modo a assegurar a preservação desses ambientes e a qualidade de suas águas, primordialmente em áreas submetidas a ocupações intensas.

As aluviões, assim como o sistema dunas/paleodunas, também constituem um aquífero livre com nível estático subaflorante (DNPM, 1998), facilitado pela constituição de sedimentos de granulometria fina e com pouca declividade dos canais de drenagem. Diferentemente do Grupo Barreiras e das dunas, a recarga de água subterrânea deriva não somente das precipitações, mas também do Barreiras e das águas superficiais da rede de drenagem.

No baixo curso do rio Coaçu, existe a influência das águas marinhas que atingem até aproximadamente 4,5 km para o interior do Continente, denotando um caráter salino das manchas aluvionares e, conseqüentemente, das águas tanto superficiais como subterrâneas.

A associação entre as condições pluviométricas mais elevadas na faixa litorânea, a confluência dos aquíferos dos Tabuleiros Pré-Litorâneos e do sistema dunas/paleodunas para aluviões que se situam entre essas unidades geomorfológicas no baixo curso do Rio, somadas à diminuição do gradiente fluvial, explicam a ocorrência de amplas planícies fluviais e fluviolacustres. Estas possuem entre 700 a 1.500 m de largura no baixo curso, indo desde o início da planície fluviolacustre da Precabura, a 10 km da foz do rio, até o contato com a faixa de mangues.

Cabe salientar que o barramento ocasionado pelas dunas móveis e paleodunas, tendo em vista a baixa capacidade do rio Coaçu em penetrá-las e atingir diretamente o mar, fez com que o curso d'água principal se desenvolvesse paralelamente à linha de costa, a partir da planície fluviolacustre da Precabura, cuja planície é a própria expressão de obstrução do rio pelo sistema dunas/paleodunas, formando um ângulo obtuso, até desaguar finalmente no rio Cocó, ampliando ainda mais as faixas aluvionares da planície fluvial.

O Rio que antes seguia um percurso com direção predominante sudoeste / nordeste, segue, a partir da Precabura, uma direção sul / norte, constituindo a mais ampla faixa de aluviões e de disponibilidade hídrica superficial, principalmente no

período chuvoso, momento em que as águas ocupam toda a planície fluvial. Essa área recorrentemente sofre com o processo de assoreamento tanto da deposição dos sedimentos aluviais como marinhos, além dos sedimentos eólicos das dunas e paleodunas e das ocupações de entorno que aceleram tal processo.

Comparada às outras unidades geológicas citadas, e que possuem maior capacidade de armazenamento de água, a área do embasamento cristalino na bacia do Coaçu somente possui armazenamento, circulação de água e recarga de aquífero ao longo das fraturas abertas ou no manto de intemperismo (DNPM, 1998). Essa unidade geológica possui fraca vocação aquífera, diferente das sedimentares, favorecida apenas pela existência de zonas fraturadas abertas e/ou interconectadas a fontes de recarga. Soma-se a isto a redução da pluviometria na área, que é em torno de 1.070 mm.

Os poços para captação de água subterrânea possuem vazão semelhante ao do Barreiras, 2 a 3 m³/h, porém a porosidade do domínio cristalino é insignificante perante a estrutura sedimentar do Grupo Barreiras. As fontes de alimentação das águas subterrâneas no meio cristalino são os riachos, linhas de drenagem congruentes, fendas, fraturas e diáclases, que, em adição às aluviões, contribuem para prospecção de água subterrânea.

Na disponibilidade de águas superficiais na Bacia do Coaçu, destacam-se ainda as lagoas, 66 no total, sendo 53 perenes, dentre as quais o rio Coaçu tem nascentes, e 13 intermitentes, além de 14 açudes, como já ressaltado.

Essa grande quantidade de lagoas na bacia é consequência do material sedimentar da Formação Barreiras que, apesar de possuir maior capacidade de percolação e, conseqüentemente, armazenamento d'água do que os terrenos cristalinos, por exemplo, possui sedimentos relativamente pouco permeáveis. Quando associados às melhores condições pluviométricas, há facilidade de existência de águas paradas na superfície.

As fácies arenosas e silticoargilosas do Barreiras atuam também como uma camada impermeável que dificulta uma percolação mais acentuada das águas pluviais (CLAUDINO-SALES, 1993), principalmente se estas caem torrencialmente, como em geral ocorre. Somam-se a isto a morfologia dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, pouco dissecados pela ação linear dos rios e riachos que possuem baixa capacidade, e o lençol d'água subterrâneo bastante superficial que alimenta as

lagoas como exutório. Esses fatores explicam a ocorrência e manutenção do nível das águas das lagoas não somente no período chuvoso, mas também no seco.

Dentre as principais lagoas freáticas e perenes, destacam-se: Sapiranga e Messejana em Fortaleza, com 28,4 mil m² e 34,7 mil m² de área respectivamente; as lagoas Gereraú (23,8 mil m²) e Carapió (21,5 mil m²), sendo esta nascente do Coaçu no Município de Itaitinga, e as lagoas do Camará (28,8 mil m²) e Parnamirim (13,1 mil m²), em Eusébio. A Precabura constitui-se de uma planície fluviolacustre com área total de 6,0 km², sendo que, destes, 3,2 km² pertencem ao corpo hídrico principal.

Apesar de muitos desmatamentos, as lagoas ainda guardam em comum uma vegetação de porte arbóreo e arbustivo em suas margens, predominando o arbóreo. Devido as melhores condições de umidade permanecem verdes durante todo o ano, diferenciando-se das unidades fitogeográficas adjacentes no período seco.

Com relação às lagoas intermitentes que possuem menores áreas comparadas as perenes, Claudino-Sales (1993) assevera que estas se situam em setores onde o lençol subterrâneo se encontra mais rebaixado, e nos períodos pluviosos ressurgem facilitadas também pela ascensão do lençol freático.

Convém salientar que as lagoas, topograficamente e principalmente no período chuvoso, drenam as planícies fluviais e fluviolacustres do rio Coaçu, mantendo, desta forma, um sistema de comunicação de águas superficiais, seguindo a direção do caimento topográfico global da área e alimentando finalmente o rio Coaçu, que é o rio mais baixo topograficamente da Bacia.

O próximo e último subtópico trata da associação e classe de solos e das unidades fitogeográficas da Bacia, componentes estes intrinsecamente interconectados, condicionados e associados aos demais sistemas ambientais.

3.2.3 Associações, classes de solos e unidades fitogeográficas

Mais do que um simples componente da superfície terrestre, os solos são conceituados como uma coleção de corpos naturais dinâmicos e tridimensionais que contêm matéria viva (LEPSCH, 2002). A ação combinada dos condicionantes

climáticos e dos fatores biológicos (organismos vivos) sobre as rochas durante o tempo dão origem e formam os solos, influenciados ainda pelas feições do modelado terrestre.

Nesse aspecto, as classes e associações de solos são compreendidos como sistemas abertos (GUERRA e MENDONÇA, 2004), em vista dos inúmeros fatores que os formam, estando ainda sob as condições dos fluxos de matéria e energia. Ao se desintegrarem das rochas, no processo de formação de horizontes e/ou camadas dão suporte aos componentes vegetais e demais componentes vivos.

Como os solos estão submetidos a diferentes interações dos componentes naturais, com destaque para a tipologia climática da bacia, clima tropical quente e subúmido, além de vários tipos de processos e mecanismos de ordem química, física e biológica que determinam sua formação, esses mesmos fatores condicionam na variação e no modo como eles estão distribuídos no espaço e, principalmente, na variação de suas características, morfologias e propriedades como: cor, textura, estrutura e consistência.

A importância de identificá-los e compreendê-los em uma perspectiva geoambiental deve-se ao fato de que eles expressam, associados aos fatores de relevo e vegetação, as potencialidades, limitações e fragilidades do ambiente, auxiliando na identificação de áreas propícias ou não à ocupação e ao uso.

Como visto no subcapítulo sobre aspectos climáticos e hidrológicos, a área em que se espacializa a bacia hidrográfica do rio Coaçu possui condições climáticas mais úmidas do que as verificadas no interior do Estado do Ceará, em razão da maior pluviosidade e influenciada pela proximidade da superfície oceânica, apesar de evidenciar grande variabilidade espaciotemporal. Essas condições permitem uma formação de solos mais profundos, associados à topografia, que favorece os processos de deposição e acumulação de sedimentos.

Tomando por base o exposto, as associações e classes de solos da área de estudo possuem grande variabilidade e distribuição diversificada, porém estão intimamente relacionadas às feições geomorfológicas e climáticas já discutidas, permitindo identificação e mapeamento mais adequado.

Assim, predominam na área da bacia as seguintes classes de solos: argissolos vermelho-amarelos, neossolos quartzarênicos, gleissolos, neossolos flúvicos, neossolos litólicos e, em menor proporção, planossolos, todos caracterizados a seguir, baseando-se nos estudos de Pereira e Silva (2005), Souza

(2000), Lepsch (2002), Levantamento Exploratório e Reconhecimento de Solos do Ceará (1973), Brandão et. al., (2005) e trabalhos de campo.

Argissolos vermelho-amarelos: predominam sobre a área dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, sendo caracterizados por apresentarem perfis profundos a muito profundos, podendo apresentar de baixa a alta fertilidade natural, porém predominam na área da bacia os argissolos vermelho-amarelos distróficos, com baixa fertilidade natural, de ácidos a moderadamente ácidos, apresentando, desta forma, limitações à utilização agrícola. Com relação ao caráter hidromórfico, apresentam-se com variações que vão desde moderados a imperfeitamente drenados, principalmente quando possuem um caráter plíntico no horizonte B. O horizonte A apresenta textura arenosa, média ou raramente argilosa, e média ou argilosa no horizonte B, a coloração varia entre brunoacinzentada a vermelho-amarelado. Os horizontes superficiais geralmente estão sujeitos à erosão diferencial e/ou natural acelerada, principalmente quando estão desprovidos de cobertura vegetal nativa. Os argissolos com características eutróficas, ou seja, com fertilidade natural alta, predominam sobre a Crista Residual de Itaitinga e Dique Vulcânico do Ancuri.

Neossolos quartzarênicos: é uma tipologia de solos correlacionados à deposição eólica, principalmente, e de modo complementar à ação marinha ou fluvial, predominante no campo de dunas móveis e fixas, na área de apicuns e, por vezes, nos Tabuleiros Pré-Litorâneos associando-se aos Argissolos Vermelho-amarelos. São solos essencialmente quartzosos (arenosos), pouco desenvolvidos, de profundos a muito profundos, excessivamente drenados (não hidromórficos), de ácidos a moderadamente ácidos, portanto, distróficos, com saturação por bases baixa e fertilidade natural muito baixa. Possuem cores acinzentadas-claras (esbranquiçadas) ou amareladas. A sequência de horizontes é AC, nem sempre apresentando horizonte A. Os solos não apresentam desenvolvimento de estruturas, apresentando friabilidade mesmo quando úmidos. Por esses fatores apresentam fortes limitações à utilização, seja ela agrícola ou urbana.

Gleissolos: constitui o grupo de solos que recobre a planície fluvio-marinha da foz do rio Coaçu, incluindo também a área de apicuns, sendo que estes se apresentam associados também ao neossolos quartzarênicos. Os gleissolos são solos essencialmente hidromórficos, mal drenados e parcialmente

submersos, com alto grau de salinidade pela influência das marés. Os sedimentos possuem características diversificadas por possuir diferentes origens. Os substratos que os constituem têm origem no próprio ambiente (decomposição de folhas, galhos, restos de animais etc.) como também do produto de decomposição de rochas de diferentes natureza trazidas tanto pelo fluxo dos rios como pelas marés e ventos, caracterizando-se desta forma como ambientes com grande aporte de matéria orgânica. Não apresentam diferenciação nítida de horizontes, principalmente para os solos indiscriminados de mangue, possuem baixa consistência e coloração cinza escuro. Os altos teores de sais comprometem a fertilidade, tornando-os impróprios para o cultivo agrícola.

Neossolos flúvicos: como a própria terminologia diz, esta classe de solos é proveniente dos depósitos de sedimentos fluviais quaternário-holocênico, predominando sobre as amplas faixas de terras das planícies fluviais e fluviolacustres presentes na Bacia. São classificados como possuindo características morfológicas formados por sedimentos não consolidados, argilosos, siltosos e arenosos, pouco desenvolvidos, porém de profundos a muito profundos, de textura indiscriminada, com alta fertilidade natural, portanto, propícios à utilização agrícola; no entanto, são solos que no período chuvoso são constantemente inundados por possuírem drenagem imperfeita e alta susceptibilidade à erosão, além de restrições de natureza legal. Apresentam ainda apenas um horizonte A superficial, diferenciado e sobrejacente as camadas estratificadas do horizonte C, não guardando relações pedogenéticas entre eles.

Planossolos: associados aos neossolos flúvicos, embora em menor proporção, classificados como solos de rasos a pouco profundos, de textura predominantemente argilosa, apesar de apresentarem também textura média. São imperfeitamente drenados com cores acinzentada e amareloclaro acinzentado; na estação seca, apresentam gretas de ressecamento pela ausência de drenagem principalmente no alto e médio curso. Classificados também como halomórficos, com fertilidade natural de média a baixa. Assim como os neossolos flúvicos, apresentam limitações à utilização agrícola por serem imperfeitamente drenados.

Neossolos litólicos: apresentam-se na área de Depressão Sertaneja da Bacia associados ainda aos argissolos vermelho-amarelos eutróficos na Crista Residual de Itaitinga e Dique Vulcânico do Ancuri. Os neossolos litólicos são rasos com profundidade inferior a 0,50 cm, de fraca evolução pedológica, apresentando

apenas um horizonte A sobrejacente a rocha (R) ou sobre materiais intemperizados originados provavelmente dos gnaisses, migmatitos e granitos da serra de Aratanha, constituindo um horizonte C. A textura varia de arenosa a média, com drenagem moderada. Apresentam ainda de alta a baixa fertilidade natural, ou seja, eutróficos ou distróficos, porém predominam os primeiros, de baixa acidez. Suas limitações restringem-se a pouca profundidade, rochosidade e pedregosidade de superfície, além da alta susceptibilidade à erosão decorre da sua reduzida espessura e deficiência hídrica no período seco.

Recobrimento vegetal

As unidades fitogeográficas identificadas na área de delimitação da bacia hidrográfica do rio Coaçu são beneficiadas pela influência exercida da proximidade com a superfície oceânica, que propicia condições mais úmidas do que as verificadas sobre o domínio azonal do semiárido. Segundo Fernandes (1998), a fitofisionomia e a composição florística da cobertura vegetal expressam a capacidade dos componentes vegetais de se relacionarem com seu meio ecológico, o que implica adaptação ou ajustamento aos condicionantes ambientais.

As condições litológicas, as diferentes unidades de relevo, o papel exercido pelo clima com grande irregularidade pluviométrica e especialmente as diferentes associações e classes de solos até aqui identificadas e discutidas, possibilitam a constante e dinâmica interação e adaptação das unidades fito-ecológicas que se expressam de modo diferenciado como respostas às condições ambientais, exercendo enorme influência sobre os sistemas e os subsistemas ambientais.

Dentre as principais influências e funções na organização e equilíbrio dos demais subsistemas ambientais que a vegetação exerce, estão: a proteção do solo e das margens dos rios, riachos e lagoas, habitat para as diferentes espécies da fauna, bem como fornecimento de alimentos para estes e para os seres humanos, fixação de dunas e regulação climática, além de ser um componente fundamental para o equilíbrio do ciclo hidrológico, dentre outros fatores.

O intenso desmatamento da cobertura vegetal original, porém, ao longo dos anos, e em razão dos modelos inapropriados de utilização da terra sem a

preocupação com os processos geoambientais de recuperação dos componentes, tem acelerado a degradação e a erosão das camadas superficiais dos solos na bacia hidrográfica do rio Coaçu, refletindo-se em um quadro preocupante de modificação e desequilíbrio da vegetação e dos demais fatores ambientais na área.

A classificação das unidades fitogeográficas adotada por esta pesquisa segue o modelo elaborado por Figueiredo (1997) para o Estado do Ceará. Para a área de delimitação da Bacia, foram identificadas as seguintes unidades: Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, Floresta Perenifolia Paludosa Marítima (Mangue), Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial (Matas Secas), Floresta Mista Dicotilo-Palmacea (Mata Ciliar com carnaúbas e dicotiledôneas), além de espécies da Caatinga e Cerrado, todas a seguir caracterizadas.

Complexo Vegetacional da Zona Litorânea: para efeito de discussão, será considerada como Zona Litorânea a definição utilizada por Figueiredo (1997), que afirma ser litorânea a área que se estende desde a faixa de praia (fímbria oceânica) até o contato com as rochas cristalinas pertencentes ao Complexo Granitóide-Migmatítico. Na bacia do Coaçu, essa zona possui larguras variadas, alcançando até 20 km de distância do mar, já no Município de Itaitinga. Possui como característica principal litologias clásticas quaternárias como os sedimentos de dunas móveis e paleodunas, além dos sedimentos terciários do Grupo Barreiras que também possuem, por vezes, sedimentos quaternários. As unidades fitogeográficas do Complexo Vegetacional da Zona Litorânea divide-se em: Vegetação Pioneira Psamófila, Floresta à Retaguarda das Dunas, Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos constituído pelas Matas de Tabuleiro, além de espécies do Cerrado e da Caatinga.

A **Vegetação Pioneira Psamófila** é constituída por espécies adaptadas e altamente tolerantes a condições ambientais severas e bastante limitadas do ponto de vista do potencial nutritivo, em razão da escassa presença de matéria orgânica, alto teor de salinidade, superaquecimento das camadas superficiais do solo e efeitos eólicos que mobilizam constantemente os sedimentos de superfície (FERNANDES, 1998).

Predominam espécies pioneiras que colonizam as superfícies arenosas da faixa de antedunas e dunas móveis, tendo como função principal a estabilização dessas formas de relevo, uma vez que são constantemente remobilizados pela ação eólica, além da atuação no processo de pedogênese que propiciará maior

disponibilidade de matéria orgânica e posterior sucessão vegetacional de espécies ecologicamente mais exigentes.

Segundo Pereira e Silva (2005), o desenvolvimento posterior de solos propicia o crescimento de vegetação arbustiva de caráter subperenifólio de enorme importância para a diminuição do avanço dos sedimentos dunares. Por possuir grande valor paisagístico e geoambiental, a especulação imobiliária e os empreendimentos turísticos têm se constituído como os principais fatores que aceleram a degradação das espécies vegetais, interrompendo a sucessão vegetacional e desestabilização das formas de relevo.

A Floresta à Retaguarda das Dunas está relacionada à cobertura vegetacional das dunas fixas e paleodunas (Figura 07), ambiente considerado ecologicamente muito frágil e dinâmico. As menores altitudes destas formas de relevo em relação às dunas móveis favorece a proteção contra os efeitos da ação eólica. Mostra-se coberta por padrões fisionômicos diversificados, sendo encontradas espécies vegetais que ocorrem nas serras úmidas, serras secas e na caatinga arbórea (FIGUEIREDO, 1997). Ao norte da planície fluviolacustre da Precabura, as dunas impedem o acesso direto do rio Coaçu ao mar, propiciando a formação de amplas planícies de inundação, lagoas e alagados à retaguarda das dunas. Isto favorece a manutenção de exuberante cobertura vegetal nas paleodunas que, segundo Fernandes (1998), são remanescentes da floresta litorânea e, por vezes, representante da floresta serrano-costeira.

A Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos encerra a maior diversificação do Complexo Vegetacional Litorâneo do ponto de vista florístico, composto por três tipos principais, que, em determinados espaços, se encontram integrados. Os tipos principais referem-se à Mata de Tabuleiro (Figura 25), como tipo predominante (composta floristicamente por espécies das matas serranas e da Caatinga, além de espécies do Cerrado, apresentando-se, desta forma, um mosaico de espécies pertencentes aos domínios citados e com espécies típicas do local de ocorrência), e enclaves propriamente ditos da caatinga e do cerrado.

Segundo Kuhlmann (1977) as espécies estão subordinadas a condições espacialmente restritas e associadas a solos e/ou topografias diferentes, que as tornam fisionomicamente estranhas aos tipos dominantes. Os enclaves de cerrado na Mata de Tabuleiro correspondem a uma área de transição que ocorrem de forma disjunta em solos mais arenosos dos tabuleiros. Tanto florística como

fisionomicamente, possuem certas características da caatinga e da floresta subcaducifólia, demonstrando tolerância ao clima e com deciduidade maior do que a observada no cerrado típico do Planalto Central, mas não de modo tão rigoroso como na caatinga (KUHLMANN, 1977).



FIGURA 25 – Aspectos da vegetação da Mata de Tabuleiro.
Fonte: Lima: 2008.

A principal mancha de cerrado na bacia do rio Coaçu localiza-se em uma região densamente habitada da zona leste de Fortaleza, no bairro Cidade dos Funcionários (Figura 26), sobre uma área de 28,45 ha, apresentando-se como uma típica disjunção de vegetação de cerrado do Planalto Central Brasileiro, e com constituição de alguns indivíduos arbóreos emergentes da variação cerradão (NASCIMENTO e CHITARRA, 2006).

Segundo Moro (2009), a área remanescente de cerrado possui em geral fisionomia aberta e porte baixo, 64% dos indivíduos lenhosos abaixo de 3 m. Apresenta-se como um mosaico de espécies exóticas e nativas (predominante), com espécies típicas do cerrado do Planalto Central e outras da Zona Costeira do Nordeste, mas que não ocorrem nas áreas centrais do cerrado. A área tem sofrido intenso processo de degradação, devido aos incêndios e deposição de detritos orgânicos e inorgânicos, além da paisagem urbana se constituir como fonte de espécies invasoras que descaracterizam a vegetação da área matriz do fragmento de cerrado.

No que se refere às espécies remanescentes da caatinga sobre a mata de tabuleiro, Figueiredo (1997) afirma que a ocorrência destes é ocasionada pelos sucessivos desmatamentos da área de matas originais, vindo assim a substituí-las.



FIGURA 26 – Enclave remanescente de cerrado no bairro Cidade dos Funcionários.
Fonte: SEINF, 2001 (apud NASCIMENTO E CHITARRA, 2006).

A **Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (mangue)** é caracterizada por possuir espécies de porte arbóreo adaptadas ao tipo de ambiente que recebe influência da ação conjunta das marés e da drenagem fluvial (conforme Figuras 08 e 09, já apresentadas), além do alto índice de salinidade tanto nos solos como nas águas da foz do rio Coaçu. Esse tipo de vegetação acompanha a montante o exutório Coaçu e afluentes como o da planície fluviolacustre da Sapiranga, até onde existe a influência das águas marinhas. São caracterizados por possuir pouca diversidade de espécies e grande número de indivíduos das espécies que lá existem, em razão do alto teor salino e carência de oxigênio no substrato

encharcado (FERNANDES, 2006). Estes fatores selecionam flora apropriada para este tipo de ambiente, formando assim uma ampla e densa cobertura vegetal.

As espécies vegetais possuem raízes suportes (rizóforos) e/ou pneumatóforos e dentre as principais espécies estão: mangue vermelho ou verdadeiro (*Rhizophora mangle* L.), ocupando os lugares mais próximos ao mar, na margem dos canais de marés e gamboas. Segundo Schaeffer-Novelli et. al. (1995), o mangue vermelho possui rizóforos que permitem que esse tipo de mangue resista mais do que as outras espécies à alta energia das ondas, marés e rios e ao sedimento lamoso sem ser arrancado; mangue-siriúba ou preto (*Avicennia schaueriana*), e mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) que estão em locais mais afastados dos rios e do mar, com topografia mais elevada e sedimentos mais secos e arenosos como nos Apicuns. Neste ambiente, existem também espécies herbáceas, epífitas, hemiparasitas e aquáticas típicas das planícies fluviomarinhas. Por esses e outros fatores, essa unidade fitoecológica é por demais complexa e frágil do ponto de vista geoambiental e de fundamental importância para o equilíbrio ecológico e manutenção das inúmeras espécies da fauna que a habitam e altas taxas de produtividade biológica, propiciada pela dinâmica intensa dos fluxos de matéria e energia.

Floresta Mista Dicotilopalmacea (mata ciliar, lacustre e fluviolacustre com carnaúbas e dicotiledôneas) vegetação encontrada nas margens dos rios e lagoas com espécies predominantemente perenifólias, tendo em vista ocuparem áreas com maior disponibilidade hídrica tanto superficiais como subsuperficiais. Às margens dos rios, os solos são mais férteis, uma vez que os processos de sedimentação propiciam maior deposição de matéria orgânica, além de serem periodicamente inundados, por possuírem drenagem imperfeita.

Entre as espécies predominantes estão carnaúba (*Copernicia prunifera*), como espécie arbórea dominante, palmeira endêmica do Nordeste, que ocorre em associação com as espécies de mulungu (*Erythrina velutina*), oiticica (*Licania rigida* Benth), bem como espécies arbustivas e trepadeiras (FIGUEIREDO, 1997). Os carnaubais estão presentes em praticamente toda a planície fluvial do rio Coaçu, principalmente das nascentes, que possuem sedimentos mais grosseiros, passando pelo médio curso com solos halomórficos de drenagem imperfeita, até a planície fluviolacustre da Precabura. Sua ocorrência está sempre relacionada com as áreas marginais dos rios, riachos e lagoas em larguras variadas, e em razão da topografia

relativamente plana das planícies, favorece a presença dos carnaubais conforme Figura 27.



FIGURA 27 - Mata ciliar com carnaúbas na planície de inundação do rio Coaçu no Município de Eusébio.

Fonte: Lima: 2008.

A mata ciliar ou vegetação ribeirinha, como também é denominada, exerce papel fundamental na estabilização das margens dos rios, lagoas e nascentes, ao combaterem os processos erosivos e o conseqüente assoreamento destes, comumente ocasionados pelas chuvas torrenciais que ocorrem na quadra chuvosa; no entanto, conforme trabalhos de campo realizados, poucas são as áreas que ainda possuem esse tipo de cobertura vegetal na bacia do rio Coaçu. Estão progressivamente sendo desmatadas ao longo do processo histórico de ocupação e uso, mesmo possuindo restrições de natureza legal pela Lei 4.771/65 e Resoluções CONAMA 302 e 303/2002.

Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Matas Secas): é um tipo de vegetação encontrada, sobretudo, no Dique Vulcânico do Ancuri e na Crista Residual de Itaitinga. Caracteriza-se por possuir semideciduidade das folhas à medida que a estação seca se prolonga. A deciduidade das folhas torna-se mais severa, quanto mais seco for o período, podendo haver casos raros de caducidade completa da folhagem, caracterizada ainda como uma forma de floresta pluvial empobrecida (RIZZINI, 1997). Possui estrato arboreoarbustivo aberto, visto que as espécies possuem maior distância entre si, estando associado a espécies da Caatinga. Segundo Pereira e Silva (2005), há a ocorrência também de um estrato

herbaceogramíneo, porém desenvolvendo-se somente no período chuvoso. Na Crista Residual de Itaitinga, o estrato de mata seca encontra-se significativamente degradado e desmatado em razão da atividade extrativa de granito em frentes de lavras a céu aberto.

As espécies de vegetação da caatinga na bacia do rio Coaçu ocorrem principalmente na área sudoeste em associação com outras unidades fitoecológicas, essencialmente com a mata de tabuleiro. Essa área pode ser identificada como de transição geológica entre os sedimentos da Formação Barreiras e o embasamento cristalino onde, os solos em geral são mais rasos, porém sem maiores distinções topográficas do terreno.

A ocorrência dessas espécies está associada não somente às condições geológicas, geomorfológicas e pedológicas, como também aos aspectos hidroclimáticos, visto que, como constatado nos dados climatológicos, no Município de Itaitinga (principal município de ocorrência das espécies da caatinga), as precipitações reduzem-se em média 530 mm da estação de Fortaleza, por exemplo, distando a apenas 18 km da faixa de praia. Nesse sentido, a redução e maior deficiência hídrica favorecem a ocorrência de espécies da caatinga, uma vez que é um tipo de unidade fitoecológica altamente adaptado as condições de semiaridez. Possuem padrões fisionômicos e florísticos variados, porém predominam espécies xerofíticas arbustivas abertas, com perda total de folhas no período seco. São encontradas muitas espécies sobre os Tabuleiros Pré-Litorâneos e não somente na área sudoeste da Bacia.

Segundo Figueiredo (1997), a expansão da caatinga sobre os Tabuleiros decorre dos sucessivos desmatamentos ocorridos ao longo do processo de utilização da terra, uma vez que a caatinga é a primeira vegetação a substituir áreas desmatadas que anteriormente possuíam outras unidades fitoecológicas.

O Quadro 02 sintetiza a relação entre as feições geomorfológicas, unidades fitogeográficas e classes de solos.

QUADRO 02 - Relação entre feições geomorfológicas, unidades fitogeográficas e classes de solos

Feições Geomorfológicas	Unidade fitoecológica	Classe de solos
Campo de dunas móveis	Complexo Vegetacional Litorâneo (Vegetação de mangue; Mata de Tabuleiro; espécies do Cerrado e Caatinga)	Sedimentos Inconsolidados
Campo de dunas fixas (paleodunas)		Neossolos Quartzarênicos
Planície fluviomarinha		Gleissolos
Apicuns		Neossolos Quartzarênicos + Gleissolos
Planície fluvial, lacustre e flúvio-lacustre	Mata Ciliar	Neossolos flúvicos
Tabuleiros Pré-Litorâneos	Mata de Tabuleiro	Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos
Depressão Sertaneja	Caatinga	Neossolos Litólicos
Dique vulcânico Ancuri e Crista residual de Itaitinga	Caatinga / Mata Seca	Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos

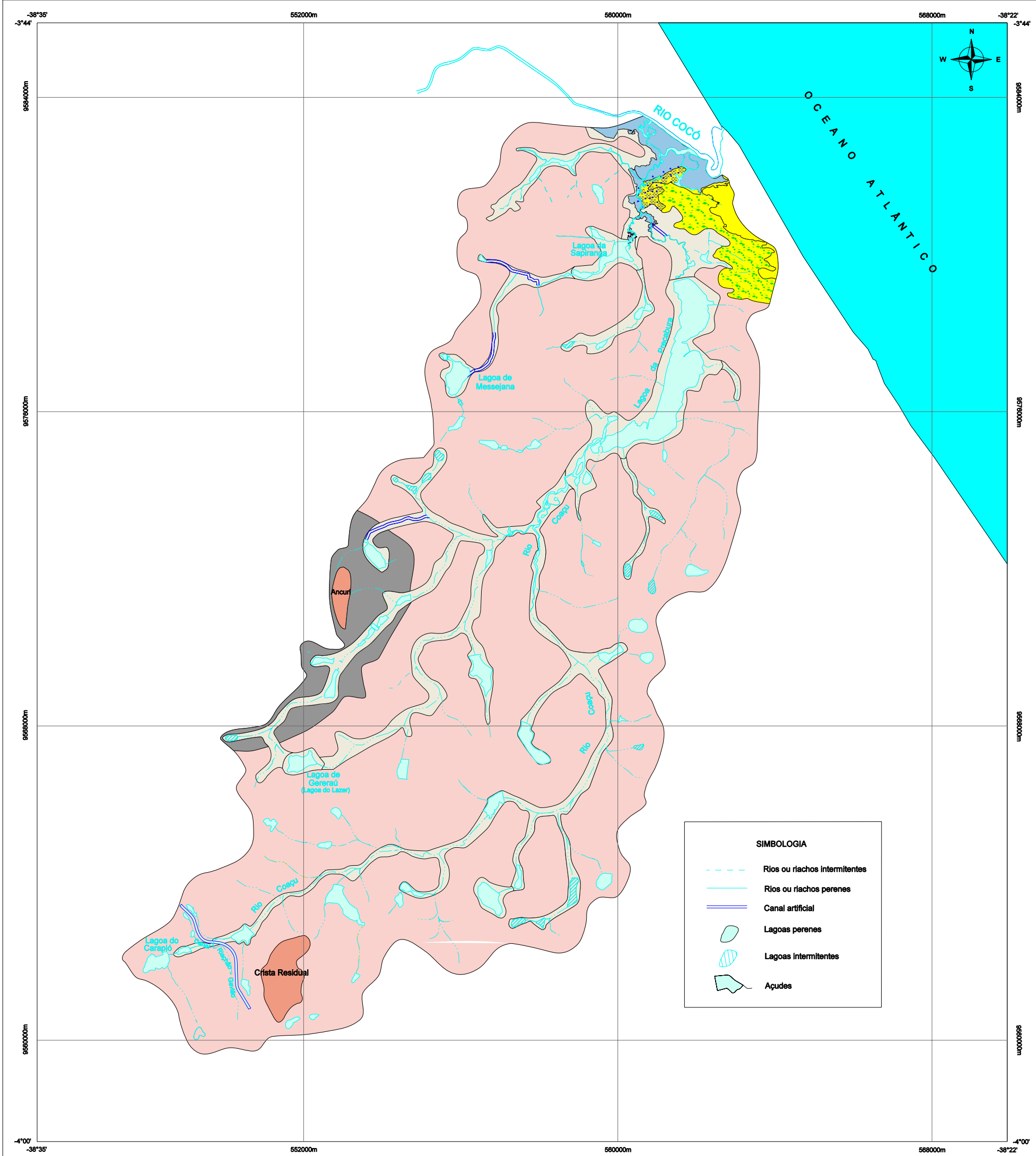
Fonte: Souza (2000), Nascimento (2003a) e Santos (2006).

Na Figura 28, mapa fitogeográfico e de solos, é possível observar a distribuição espacial desses elementos naturais na Bacia do Coaçu e do modo como estão intrinsecamente relacionados.

Não tivesse a área da bacia do Coaçu sido objeto de usos e ocupações desordenadas que têm transformado e modificado as características do meio físico-ambiental, rompendo conseqüentemente o equilíbrio da dinâmica natural, o conjunto dos sistemas e subsistemas ambientais evoluiriam em função das inter-relações dos componentes aqui caracterizados e discutidos.


A partir de meados da década de 1960, no entanto, a expansão da malha urbana e o processo de urbanização/industrialização iniciaram-se sobre a área de delimitação da Bacia, incorporando e qualificando de forma diferenciada a dinâmica dos elementos naturais, principalmente, e de forma acelerada, desde meados de 1990.

É sobre esses e outros aspectos que o capítulo seguinte é apresentado, discutindo as transformações materializadas por meio das relações sociais e econômicas estabelecidas sobre a Bacia.




SIMBOLOGIA

- Rios ou riachos intermitentes
- Rios ou riachos perenes
- Canal artificial
- Lagoas perenes
- Lagoas intermitentes
- Açudes



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA

LINHA DE PESQUISA: ANÁLISE GEOAMBIENTAL INTEGRADA E DINÂMICA DAS PAISAGENS SEMIÁRIDAS E LITORÂNEAS
FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - FUNCAP



Título: RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU - REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA/CE: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

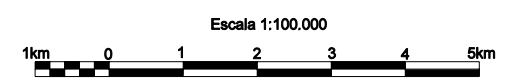
Autor: JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA **Orientador:** PROF. DR. FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO

Figura 28: FITOGEOGRAFIA E SOLOS

LEGENDA

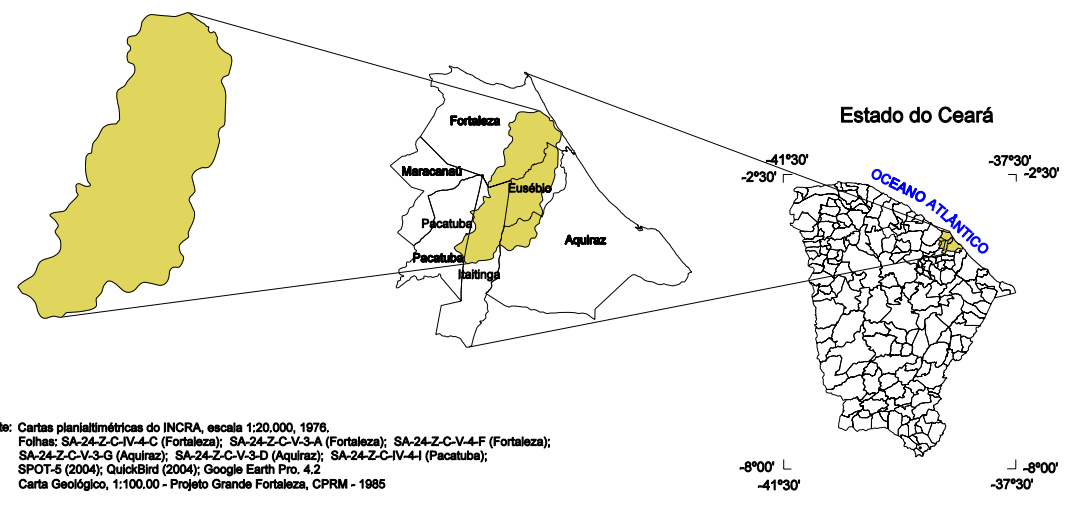
Unidade fitogeográfica	Classe de solos
Complexo Vegetacional Litorâneo (Vegetação de mangue; Mata de Tabuleiro; Caatinga; espécies do Cerrado)	Sedimentos inconsolidados
	Neossolos Quartzarênicos
	Gleissolos
	Neossolos Quartzarênicos + Gleissolos
Mata Ciliar	Neossolos flúvicos
Mata de Tabuleiro	Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos
Caatinga / Mata Seca	Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos
Caatinga	Neossolos litólicos

Sistema de Projeção UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR



Datum Geodésico Horizontal: SIRGAS2000

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA



Fonte: Cartas planialtimétricas do INCRÁ, escala 1:20.000, 1976.
Folhas: SA-24-Z-C-IV-4-C (Fortaleza); SA-24-Z-C-V-3-A (Fortaleza); SA-24-Z-C-V-4-F (Fortaleza); SA-24-Z-C-V-3-G (Aquiraz); SA-24-Z-C-V-3-D (Aquiraz); SA-24-Z-C-IV-4-I (Pacatuba); SPOT-5 (2004); QuickBird (2004); Google Earth Pro. 4.2
Carta Geológica, 1:100.000 - Projeto Grande Fortaleza, CPRM - 1985

4 CONTEXTO HISTÓRICO E SOCIOECONÔMICO DE PRODUÇÃO DO ESPAÇO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU

4.1 A bacia do Coaçu e sua inserção na Região Metropolitana de Fortaleza

Por estar inserida em sua totalidade na Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, o estudo da bacia hidrográfica do rio Coaçu torna-se mais complexo por envolver aspectos multidimensionais e número maior de variáveis de análise, que vão além de fatores meramente hidrológicos, o que tornaria o estudo diferenciado, caso a Bacia fosse localizada na zona rural do Ceará, por exemplo.

Esse aspecto particular é de enorme importância pelo fato de a Bacia estar localizada em uma das regiões mais dinâmicas em termos de ocupação, fluxo de pessoas, capital, transportes e mercadorias, além de ser uma das aglomerações metropolitanas mais adensadas do ponto de vista populacional do Brasil.

Em Fortaleza, por exemplo, entre 1970 e 2000, houve um aumento de mais de 140% no número de habitantes. A população passou de 855.980 em 1970, para 2.141.402 habitantes em 2000, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008). O mesmo Instituto estimou que, em 2009, a população da Capital cearense já havia ultrapassado os 2.505.552 habitantes.

Esse crescimento acelerado da população da cidade de Fortaleza, principalmente nos últimos 40 anos e, conseqüentemente, de sua Região Metropolitana, tem provocado um aumento significativo de problemas relacionados à gestão do espaço urbano, enfatizando-se os que dizem respeito à questão ambiental.

Tem-se ainda que o crescimento e a conseqüente concentração dessa população força a expansão recente e o alargamento dos perímetros urbanos e a ocupação de novos espaços, até então destinados a outro tipo de uso que não o urbano e, até mesmo, a ocupação de áreas legalmente protegidas, ocorrendo de modo rápido o complexo fenômeno de degradação dos sistemas ambientais.

Vários são os agentes, sejam eles políticos, econômicos e sociais, além da perspectiva histórica e cultural de tratamento dos recursos naturais por parte da população, que estão contribuindo para as alterações e aumento dos impactos

ambientais negativos verificados. Compreender como se dá a ação desses agentes sobre o espaço em questão, em especial, da atuação do Estado, dos proprietários fundiários e dos especuladores imobiliários que são agentes diretos no processo de transformação da bacia do Coaçu, é buscar ultrapassar a superficialidade de uma análise simplista de causa e efeito, na tentativa de analisar de que forma esses agentes, mediante as relações sociais de produção em que estão inseridos, produzem e reproduzem o espaço.

A institucionalização da RMF e configuração da rede de influência de Fortaleza

Institucionalizada através da Lei Complementar Federal, de 08 de julho de 1973, com apenas cinco municípios (Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, Pacatuba e Maranguape), a RMF teve sua composição política e administrativa inicial modificada pelos desmembramentos dos municípios iniciais através da emancipação de distritos desses municípios. Tais foram os casos de: Maracanaú incorporado em 1986 à RMF, que até então era distrito de Maranguape; Eusébio (distrito de Aquiraz até 1987) e Guaiúba (distrito de Pacatuba até 1987) ambos incorporados à RMF em 1991; bem como pela agregação de novos municípios: Chorozinho, Horizonte, São Gonçalo do Amarante, Pacajus e Itaitinga, adicionados a RMF em 1999. Mais recentemente, pela Lei Estadual Complementar n° 78 de 26 de junho de 2009, foram incorporados os Municípios de Pindoretama e Cascavel, perfazendo um total de 15 municípios.

Segundo a estimativa populacional de 2009, os 15 municípios que compõem a Região Metropolitana de Fortaleza apresentaram índice superior a 3,6 milhões de habitantes, conforme Tabela 10, o que representa 42,8% da população do Estado, com densidade demográfica de 632 hab / km².

Esta contingência populacional fica ainda mais expressa ao se destacar o fato de que, dos 184 municípios cearenses, apenas oito possuem mais de 100 mil habitantes, e, destes, quatro estão na RMF: Fortaleza, Maracanaú, Maranguape e Caucaia. A Tabela 10 mostra as taxas de crescimento populacional de Fortaleza e dos municípios que compõem a RMF entre 1980 e 2009, estabelecendo uma comparação da concentração e crescimento populacional com os dados do Estado do Ceará e da própria RMF.

TABELA 10 - Taxas de crescimento populacional dos municípios da RMF entre 1980 e 2009

Município	Dados populacionais					Densidade Demográfica hab/km ² (2009)	Taxa de Urbanização (2000) %
	Área (Km ²)	1980	1991	2000	2009*		
Ceará	148.825,602	5.286.295	6.366.647	7.418.476	8.547.809	57,43	71,50
RMF	5.783,85	1.578.252	2.401.878	2.975.703	3.655.259	632,00	96,54
Aquiraz	480.976	45.112	46.305	60.574	71.400	148,44	90,43
Eusébio	76.58	-	20.410	31.505	41.307	536,45	100,00
Fortaleza	313.14	1.307.608	1.768.637	2.141.402	2.505.552	7.984,55	100,00
Itaitinga	150.78	-	-	29.216	32.678	216,41	90,86
Caucaia	1.227,9	94.106	165.099	225.854	334.364	272,30	90,25
Maracanaú	105.70	-	157.151	174.599	201.693	1.902,76	99,68
Maranguape	590.82	91.137	71.705	87.770	110.523	187,01	74,21
Pacatuba	132,43	42.106	60.148	51.8012	71.839	544,23	91,17
Guaiúba	267.20	-	17.582	19.883	23.853	89,33	78,51
São							
Gonçalo do Amarante	834.39	24.694	29.286	35.534	42.962	51,49	62,05
Horizonte	159,97	-	18.283	33.789	54.362	339,83	83,24
Chorozinho	278.40	-	15.492	18.711	18.759	67,74	50,65
Pacajus	254.43	46.981	31.800	43.830	59.689	234,60	77,78
Cascavel	837.97	47.667	46.507	57.089	67.956	81,09	83,06
Pindoretama	72,85	-	12.442	14.948	18.322	250,99	45,61

Em negrito, municípios que são drenados pela Bacia do rio Coaçu; * Dados estimados.

Fonte: IBGE, 2009; IPECE, 2009.

Apesar de se verificar que o crescimento populacional de Fortaleza tem diminuído entre 1980 e 2009, ficando em média com 19%, se comparado com décadas anteriores, em que o incremento populacional ficava entre 60 a 90%, como nos anos entre 1960 e 1980, a Capital ainda concentra 29,3% da população do Estado e 68,5% da população da RMF.

Notam-se ainda, de acordo com a Tabela 10, altas taxas de densidade demográfica e de urbanização (superiores a 90%), como é o caso dos municípios drenados parcial ou totalmente pela bacia do rio Coaçu (Fortaleza, Eusébio, Itaitinga e Aquiraz), que, embora sejam dados de urbanização de 2000 e que precisam ser atualizados, representam um grande desafio para a gestão do território e dos recursos naturais nesses municípios, haja vista a enorme pressão exercida pela população no espaço, com acesso desigual ao uso/ocupação do solo.

A formação da RMF ao longo dos anos resulta num espaço centralizado e concentrado do ponto de vista populacional, econômico, político-administrativo e cultural, cuja configuração socioespacial é retrato histórico de uma política concentradora de riquezas, refletindo-se em um desenvolvimento socioeconômico e espacial desigual no Ceará.

Não existe no interior do Estado do Ceará, por exemplo, uma rede de cidades com nível de complexidade que englobe infraestrutura, serviços, comércios e mercado de trabalho de forma a complementar a RMF, com capacidade de distribuir mais equilibradamente e de modo menos concentrado a população e as atividades socioeconômicas no território estadual, como ocorrem em outros estados da Federação, especialmente, os do Centro – Sul.

Sobre essa questão Silva (2000) enfatiza que

A lenta consolidação do sistema urbano cearense ocorre tardiamente e, na verdade, até hoje [...], a rede de cidades no Estado apresenta-se frágil, sob o comando intenso de Fortaleza, exemplo acabado do fenômeno da macrocefalia urbana, que explica o crescimento desmesurado da capital, em detrimento das cidades do interior. (P. 217).

Os dados apresentados demonstram claramente que ainda persiste o caráter macrocefálico de Fortaleza em relação ao Estado do Ceará, o que não significa crescimento e desenvolvimento social e econômico equilibrado. Ao contrário, essa situação acarreta sérios problemas infraestruturais e habitacionais, assim como de carência de serviços sociais, como saúde, educação e saneamento básico, refletindo-se numa má distribuição de serviços, que, como uma reação em cadeia, compromete seriamente a qualidade de vida da população em meio a precárias condições socioeconômicas, além do comprometimento da proteção dos sistemas ambientais reduzidos drasticamente nos últimos anos.

Por esses fatores, as bacias metropolitanas vêm a se comportar como receptáculos de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos, reduzindo drasticamente a qualidade espaciotemporal de suas águas.

O caráter absolutamente concentrador da cidade de Fortaleza, no que diz respeito à instalação de equipamentos e oferecimento de serviços de grande porte, concentrando as principais atividades industriais, diversidade de atividades comerciais e de serviços especializados, oferta de ensino superior, cultura e lazer, serviços de saúde, de localização de sedes e filiais de grandes empresas e bancos, centro político e administrativo do Estado, dentre inúmeros fatores, explicam a expansão recente da malha urbana da Cidade, ultrapassando os limites municipais.

Somados a esses fatores, estão a carência de políticas públicas para a zona rural, que poderiam contribuir com a permanência da população no campo; as estruturas fundiárias baseadas na grande propriedade; e a imprevisibilidade

pluviométrica que periodicamente ocasiona situações de seca pela ausência quase absoluta das chuvas, exercendo, desta forma, um grande atrativo na população do interior do Estado.

Esse poder atrativo ocasiona intenso fluxo de pessoas que emigram para a Região Metropolitana de Fortaleza, em busca daqueles serviços e por postos de trabalho, impulsionando ainda mais o “inchaço” das cidades, refletindo-se num espaço com fortes contrastes e desigualdades socioespaciais.

Ressalta-se ainda que a rede de influência da Capital cearense não se restringe somente a alguns municípios do interior do Ceará, mas ultrapassa também os limites do território estadual, influenciando todo o Estado do Ceará, além dos estados do Maranhão e Piauí, e parte do Rio Grande do Norte, que também é influenciado pelo Recife, como demonstra a Figura 29, em uma área de 792.411 km², e exercendo influência sobre 786 municípios (IBGE, 2008).

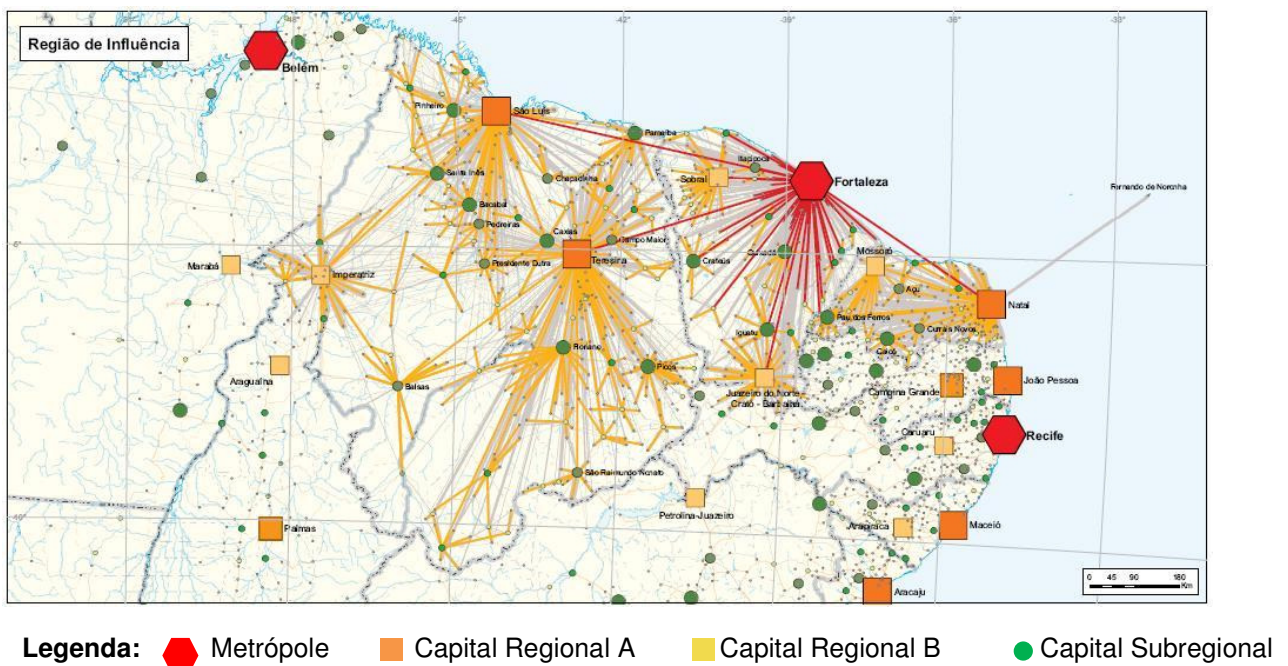


FIGURA 29 - Região de influência da metrópole de Fortaleza
Fonte: REGIC / IBGE, 2008

É considerada a quinta capital em número de habitantes do País e a terceira maior rede de influência em população, com 11,2% da população total do Brasil, o que significa uma influência sobre mais de 20.570.000 pessoas (IBGE, 2008). A primeira e a segunda em rede de influência sobre a população nacional representam São Paulo e Rio de Janeiro, respectivamente.

Em meio a essa alta densidade demográfica, com forte concentração de atividades e polarização em torno de uma cidade, em uma região que passa por uma recente e rápida expansão da malha urbana dos seus municípios, é que se encontra a bacia hidrográfica do rio Coaçu, cujas transformações estruturais se expressam nas fisionomias urbanas e paisagísticas, com negativas consequências para os sistemas ambientais e com intensa carência de planejamento e execução de políticas públicas para a gestão urbana e ambiental.

4.2 O início da incorporação da bacia do Coaçu ao processo de expansão urbana

Somente a partir do final da década de 1960 e, principalmente, 1970, a área da bacia hidrográfica do Coaçu passou efetivamente a ser objeto de ocupação e usos diferenciados que, mediante incorporação de seu espaço ao processo de urbanização, industrialização e atividades de extração mineral, como no Município de Itaitinga, induziram a modificação acelerada do meio natural, rompendo significativamente o equilíbrio natural dos sistemas ambientais presentes em suas áreas de drenagem.

A incorporação da área de delimitação da bacia do Coaçu ocorreu por meio da ação e relações de interesse de vários agentes produtores do espaço, tendo sido o Estado protagonista e indutor das alterações impostas à natureza da região, que, pela implantação, inicialmente, da infraestrutura viária e concomitantemente de equipamentos públicos na zona leste / sudeste de Fortaleza, despertou ainda mais o interesse dos proprietários fundiários e especuladores/incorporadores imobiliários para a também implantação de outros equipamentos privados, resultando no processo de ocupação e valorização dos terrenos.

Durante muitos anos, o rio Cocó foi tido como barreira física ao processo de expansão da cidade de Fortaleza para a zona leste / sudeste, ficando o perímetro urbano limitado à linha férrea, divisor hoje dos bairros Papicu e Varjota, que ligava o bairro da Parangaba ao porto do Mucuripe (COSTA, 1988). A transposição dessa barreira iniciou-se quando a Prefeitura Municipal de Fortaleza – PMF autorizou, ainda em 1954, o parcelamento do sítio Cocó que se estendia desde a linha férrea à

Praia do Futuro, contando ainda com a margem esquerda e a foz do rio Cocó, cuja propriedade pertencia à família de Antônio Diogo, assim como a construtora responsável pelo parcelamento do solo (COSTA, 1988). A Figura 30, apesar de conter uma malha urbana da década de 1980, evidencia os bairros criados com o parcelamento do antigo Sítio Cocó.

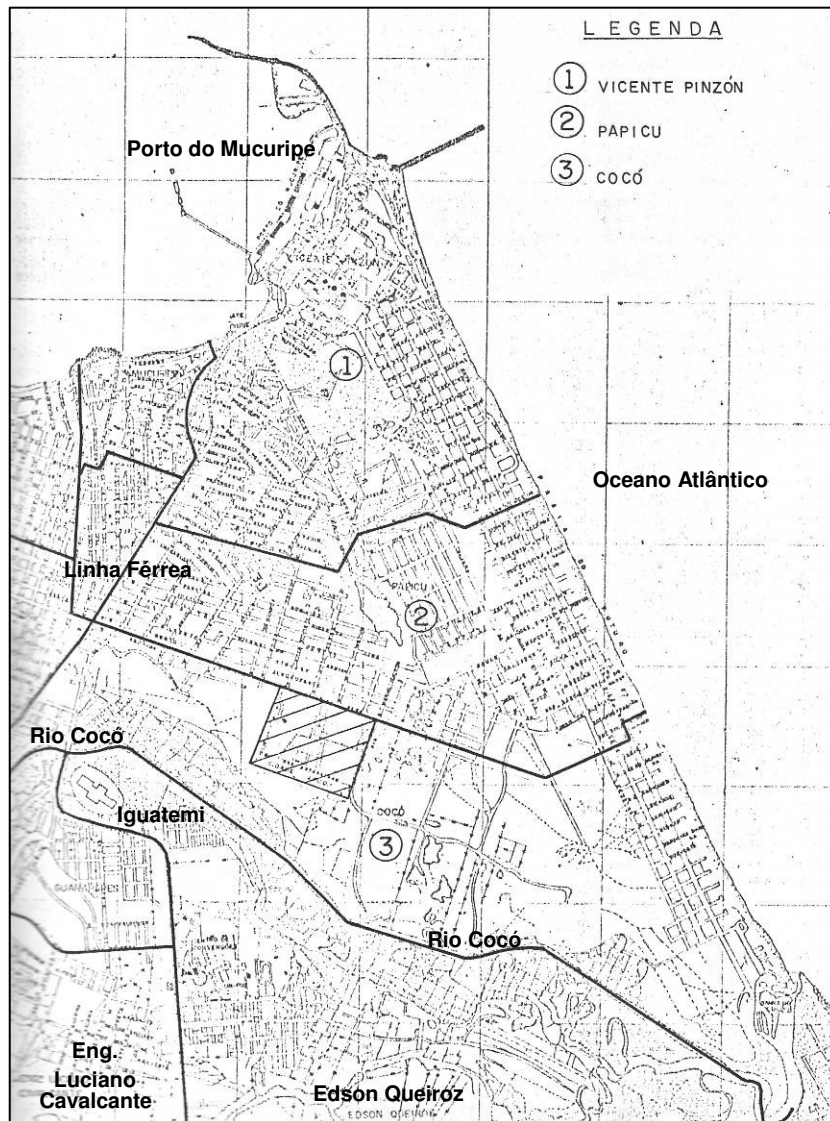


FIGURA 30 - Parcelamento do solo e divisão em bairros da área do antigo sítio Cocó - n.º 1, 2 e 3.
Fonte: Costa, 1988. Adaptado por Lima, 2010.

O interesse em parcelamento do solo, arruamento e loteamento daquela região deveu-se ao fato de que as terras ao leste do ramal ferroviário possuíam as melhores condições paisagísticas, potenciais geoambientais, recreativas e turísticas, o que despertou o interesse dos proprietários de terras e, claro, dos especuladores imobiliários, tendo em vista ainda a associação da zona leste com a expansão do

bairro da Aldeota, em sua essência, habitado por famílias de alta renda e símbolo de *status* social como bem assinala Costa (1988),

A Zona Leste passou a se identificar como os bairros de burguesia, tendo a Aldeota como seu grande símbolo de “status” social. Esta ideologia é rapidamente apropriada e difundida pelas empresas interessadas em vender seus loteamentos e edificações, ampliando os limites do bairro da Aldeota e criando novas “aldeotas” – Aldeota Sul, Moderna Aldeota, Aldeota Centro, Planalto Nova Aldeota. Estas várias denominações dadas aos diversos logradouros incorporados estão relacionados ao “status” social e econômico que a marca [Aldeota] estabeleceu. (P. 123).

Essa associação da zona leste e sudeste da Capital cearense, área de delimitação da bacia do Coaçu, com o bairro da Aldeota, mas principalmente com a simbologia de riqueza e *status* social, induziu a ocupação daquela zona pelas famílias de maior poder aquisitivo que se deslocavam da área central para áreas mais distantes, visto que a área central já se encontrava bastante adensada do ponto de vista populacional.

Isto fez com que os proprietários fundiários e especuladores imobiliários iniciassem o processo de valorização do espaço com auxílio do Estado, com a implementação da infraestrutura necessária (sistema viário, abastecimento de água e rede de energia elétrica), materializando uma diferenciação socioespacial daquela região em relação ao espaço metropolitano de Fortaleza, cujo metro quadrado do terreno é bastante elevado e o padrão habitacional era, e ainda hoje é, composto por mansões e demais residências luxuosas. Esses fatores acabaram afastando os segmentos sociais de menor poder aquisitivo, os quais foram induzidos a ocupar os bairros periféricos da zona oeste por serem menos valorizados, explicando parte do processo de segregação socioespacial do espaço urbano de Fortaleza, verificado hoje.

Tem-se, no entanto, que o fator que possibilitou o início da ocupação dos bairros drenados parcial ou totalmente pela bacia do Coaçu foi a construção da avenida Perimetral (denominada atualmente na área de estudo de avenida Washington Soares) entre 1962 e 1965, que havia sido concebido ainda no Plano Diretor de Saboya Ribeiro em 1947, o qual nunca foi executado, sendo sua construção implementada somente a partir da elaboração do Plano Diretor de Fortaleza de 1962, coordenado pelo urbanista Hélio Modesto e aprovado pela Lei nº 2128/63 (CODEF, 1979).

Segundo a Coordenação do Desenvolvimento Urbano de Fortaleza - CODEF (1979), foi o primeiro Plano Diretor a apresentar uma abordagem integrada

com proposições urbanísticas, abrangendo aspectos econômicos, sociais e administrativos de forma a buscar soluções para a expansão e remodelação da Cidade, que se encontrava sem planejamento e organização do seu espaço urbano, e que contava na época com uma população que havia quase dobrado em dez anos, passando de 270.169 habitantes em 1950 para 514.813 em 1960 (IBGE, 2008).

A avenida Perimetral consistiu numa proposta viária em esquema de anel de circulação de transportes que contorna toda a Capital, desde o bairro do Mucuripe, na zona leste, à Barra do Ceará, na zona oeste, ligando os bairros da periferia da cidade (CODEF, 1979), como pode ser visualizado na Figura 31. A construção da avenida permitiu finalmente ultrapassar o rio Cocó como barreira física, possibilitando a ocupação e expansão da Cidade para bairros como a antiga Água Fria (incorporado ao atual bairro Edson Queiroz), Edson Queiroz, Eng. Luciano Cavalcante, Parque Manibura, Seis Bocas etc., ou seja, para a região sudeste, área inserida no perímetro da bacia do Coaçu.

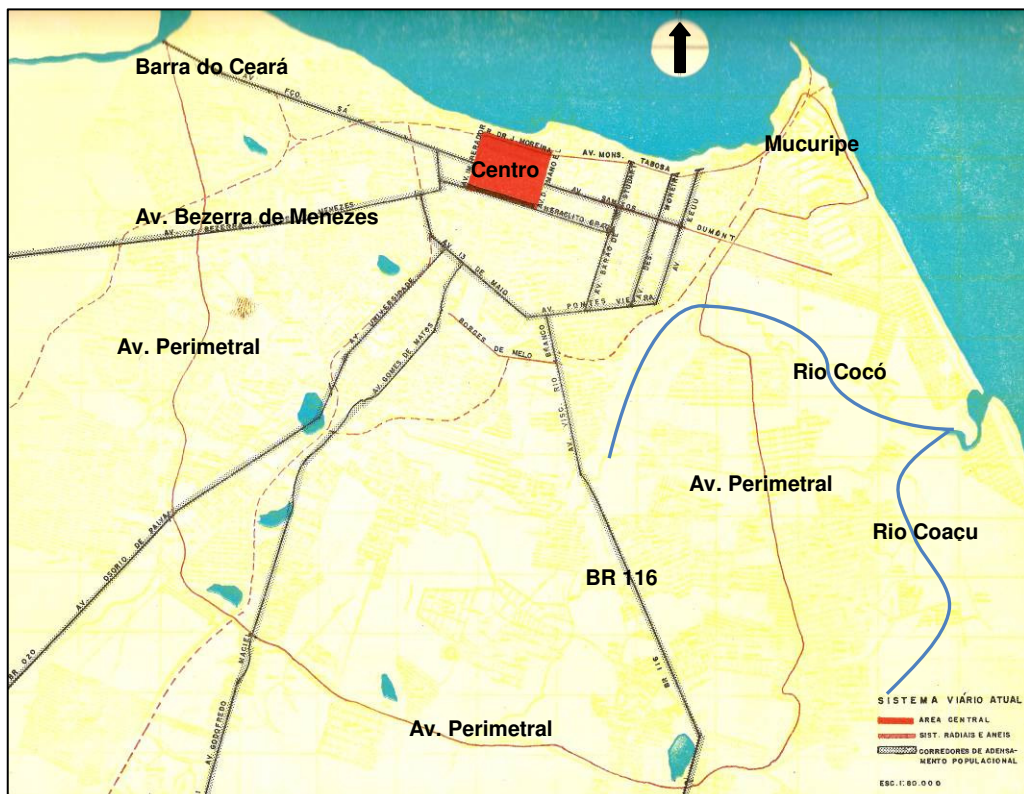


FIGURA 31 – Sistema viário de Fortaleza em 1974
Fonte: CODEF, 1974. Adaptado por Lima, 2010

Não existem, todavia, obras de infraestrutura viária que não provoquem impactos ambientais. E a construção da avenida Perimetral, com a produção do

espaço geográfico como consequência de sua implantação, significou a dominação da natureza como medida de superação dos limites que ela impunha ao espaço social em expansão.

Essa dominação foi realizada e permeada por atitudes niilistas para com os sistemas e subsistemas ambientais, haja vista os inúmeros aterramentos e canalizações de riachos e planícies de inundação, desmatamento e aterramento da vegetação de mangue dos rios Cocó e Coaçu, terraplanagem como medida de correção topográfica dos solos, dentre eles solos aluvionares e de mangue constantemente encharcados pela subida e descida das marés, propiciando, posteriormente, uma ocupação mais intensa nesses locais.

Os maiores beneficiados com a implantação desse anel viário e dos equipamentos públicos e privados instalados foram os proprietários fundiários, no caso, as famílias de Antônio Diogo, Gentil, Dionísio Torres etc., proprietárias dos sítios: Colosso (atual bairro do Alagadiço Novo), Cambeba (área da atual sede administrativa do Governo Estadual), Alagadiço Novo (terrenos localizados próximos à Casa de José de Alencar), Estância, Cocó, que depois do parcelamento de suas terras pela especulação imobiliária foi transformado nos bairros Vicente Pinzón, Papicu e Cocó, como foi visto na Figura 30, e as terras de Patriolino Ribeiro - sítio Água Fria (parte do atual bairro Edson Queiroz), cujas funções de uso, anteriormente à incorporação dessas terras ao espaço urbano, eram predominantemente de atividades rurais (COSTA, 1988).

Mentor da organização do espaço e principal responsável pelo planejamento, execução e fiscalização de sua estruturação, o Estado possibilitou as condições necessárias para que os demais agentes iniciassem, principalmente a partir de 1970, o processo de transformação de áreas naturais, que até aí não tinham passado por maiores intervenções humanas, a exemplo do baixo curso do rio Coaçu. Essas áreas começaram então a ser incorporadas ao processo de urbanização e que ainda hoje está em curso.

A ação conjunta dos poderes públicos, estadual e municipal, desde a gestão do Governador César Cals (1971-1975), e da administração municipal do engenheiro Vicente Cavalcante Fialho (1972-1975), decidiu onde seriam localizados os novos equipamentos e as infraestruturas indispensáveis ao desenvolvimento urbano naquela região que começara a crescer de modo espontâneo e sem organização espacial.

Assim, tomando posições políticas intencionais, numa relação de doações e interesses, o Estado instalou, juntamente com empresários, os primeiros equipamentos que induziriam de vez a ocupação e elevação do preço do solo na região do baixo curso do rio, área do antigo sítio Água Fria, que logo foi incorporado e transformado em bairro. Sobre a instalação desses equipamentos, a Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza – AUMEF, através do relatório de proposta de ampliação das faixas de 1ª categoria do rio Cocó, constatou que,

[...] somente na década de setenta, durante a administração de César Cals, que seria iniciada a ocupação nesta área. Através de uma negociação do Estado com o grupo de especulação imobiliária do Sr. Patriolino Ribeiro, e o grupo empresarial Edson Queiroz, o Governo constrói alguns equipamentos, como o Centro de Convenções, a IOCE [Imprensa Oficial do Ceará], etc. A instalação destes equipamentos valoriza as terras localizadas nestas áreas, tendo sido rapidamente vendidas e ocupadas (AUMEF, 1985, p. 24).

Cabe salientar que o Grupo Edson Queiroz e Patriolino Ribeiro eram proprietários dos terrenos onde foram localizados os equipamentos, e que, por meio de doações e licenças, permitiram a instalação em troca da infraestrutura a ser executada pelo Estado e da aprovação para o parcelamento do solo. Somados aos equipamentos citados pelo relatório da AUMEF, foram também instalados ao longo da avenida Perimetral (avenida Washington Soares): a Universidade de Fortaleza – UNIFOR, também de propriedade do Grupo Edson Queiroz, cujo início das atividades ocorreu em 1973; o Comando do Batalhão de Polícia; e o Centro de Treinamento e Administração do antigo Banco Estadual do Ceará (BEC), todos estes na década de 1970.

Essas ações favoreceram, em virtude da valorização excessiva dos terrenos adjacentes a esses equipamentos, os agentes empresariais e econômicos, responsáveis pelos setores fundiários, imobiliários e da construção civil, que acabaram direcionando o processo de ocupação e crescimento da Metrópole naquela região. A valorização excessiva dos terrenos fez com que os agentes acelerassem o loteamento e arruamento do solo com a ajuda do Poder Público, sendo que grande número de lotes permaneceu não-ocupado, funcionando como reservas de valor.

Em virtude da expansão crescente da Cidade e esses novos fatores que impulsionaram essa expansão, o Plano Diretor coordenado por Hélio Modesto, em

1962, ainda na administração do prefeito Cel. Manuel Cordeiro Neto (1959-1962), foi implementado parcialmente pela administração do Gen. Murilo Borges Moreira (1963-1966), e já não conseguia dar respostas ao crescimento da mobilidade urbana e da rápida ocupação do tecido urbano da Cidade (CODEF, 1974), já que havia sido realizado para o ordenamento espacial das áreas mais centrais de Fortaleza e região oeste, cuja ocupação foi anterior à da região leste, onde se localiza a Bacia.

Para solucionar em parte a ausência de vontade política das administrações anteriores na execução dos planos diretores e no ordenamento socioespacial da Cidade, e da necessidade de elaboração de um novo Plano Diretor, já que o antigo se encontrava “defasado” para uma cidade em “ebulição”, é elaborado, dez anos depois do Plano de Hélio Modesto, o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza – PLANDIRF, na administração do prefeito José Walter Cavalcante (1967-1971) e entregue à administração seguinte, a do engenheiro Vicente Cavalcante Fialho (1972-1975) (CODEF, 1979).

A criação do PLANDIRF antecipou-se à institucionalização da Região Metropolitana, o que só veio a ocorrer em 1973. Trata-se de um plano gestado seguindo uma abordagem integrada dos vários condicionantes do processo de urbanização: econômicos, físicos, sociais e institucionais. Diferentemente, porém, dos planos diretores, este buscou lidar com a problemática metropolitana numa escala regional, integrando os Municípios de Aquiraz, Caucaia, Maranguape e Pacatuba (op. cit., 1979).

O PLANDIRF constituiu-se em proposições, zoneamentos, diagnósticos, prognósticos, diretrizes e uma nova estruturação viária para o Município de Fortaleza. É por meio dele que se iniciam a remoção de favelas das áreas centrais e a consequente construção de conjuntos habitacionais, em áreas menos adensadas, destinados à população removida. Dentre eles está o Conjunto Alvorada, instalado entre os bairros Edson Queiroz e Sapiranga / Coité, na bacia do Coaçu, destinado aos moradores removidos das antigas favelas do bairro da Aldeota, e que será fruto de comentário neste capítulo a *posteriori*.

A partir das proposições do PLANDIRF e baseando-se no levantamento aerofotogramétrico de 1972, foi aprovado o novo Plano Diretor Físico do Município de Fortaleza, Lei 4486/75, o qual regulou o Município em zonas de uso (residencial, comercial, industrial, especial de praia etc.); parcelamento do solo e com forte

ênfase para a estruturação do sistema viário, que passou a ser hierarquizado nas seguintes vias: expressas, arteriais, coletoras e locais (CODEF, 1974; 1979).

Nesse plano há finalmente a proposta de zoneamento e proteção das áreas verdes, paisagísticas e turísticas, em que se buscou delimitar e preservar os recursos hídricos e a vegetação de entorno, tendo boa parte dessas delimitações sido decretada na época, tomando-se por base os projetos da CODEF, como áreas de utilidade pública para fins de desapropriação.

Apenas quatro anos depois de sua aprovação, o Plano é revisado e são propostas alterações nas diretrizes viárias, parcelamento, uso e ocupação do solo, redundando na Legislação Básica de Fortaleza e na Lei de Uso e Ocupação do Solo nº 5122-A/1979, posto em execução na gestão do prefeito Lúcio Alcântara (1979-1982), caracterizando-se no principal instrumento de controle do desenvolvimento físico-territorial de Fortaleza e que ficara em vigor até 1998, (CODEF, 1979; COSTA, 1988).

4.3 Transformação do sistema viário em corredores de atividades e a consequente aceleração da produção do espaço no Coaçu

É com o Plano de desenvolvimento Integrado que foi elaborada e incentivada a expansão das atividades comerciais, administrativas e de serviços de modo geral da área central, em direção às áreas ao longo dos principais sistemas viários, como as vias radiais e dos anéis de circulação que as interligavam. Esse processo, conceituado inicialmente pelo PLANDIRF como “corredores adensados” (CODEF, 1974), tinham como objetivo descentralizar aquelas atividades do Centro e transformar em subcentros lineares os sistemas viários de grande fluxo, dispersando o conjunto de atividades terciárias na espacialidade da Cidade.

De fato, essas propostas vieram a ocorrer ainda na década de 1970, e se concretizar nas décadas seguintes, como ocorreu com as principais vias do bairro da Aldeota (Santos Dumont, Desembargador Moreira, Barão de Studart etc.), que reuniam condições, população com elevado nível de renda e poder de compra, e em número suficiente para propiciar a instalação de estabelecimentos comerciais e de serviços naquela época (SOUZA, 1986); e em atividades especializadas as avenidas: Aguanambi - BR 116, José Bastos e Bezerra de Menezes, que foram, e

ainda hoje são, somadas a outras, as principais vias radiais (expressas) de acesso dos municípios do interior do Estado à região central de Fortaleza. A Figura 32 permite visualizar como se espacializaram sobre o tecido urbano de Fortaleza os corredores adensados elaborados pelo PLANDIRF.

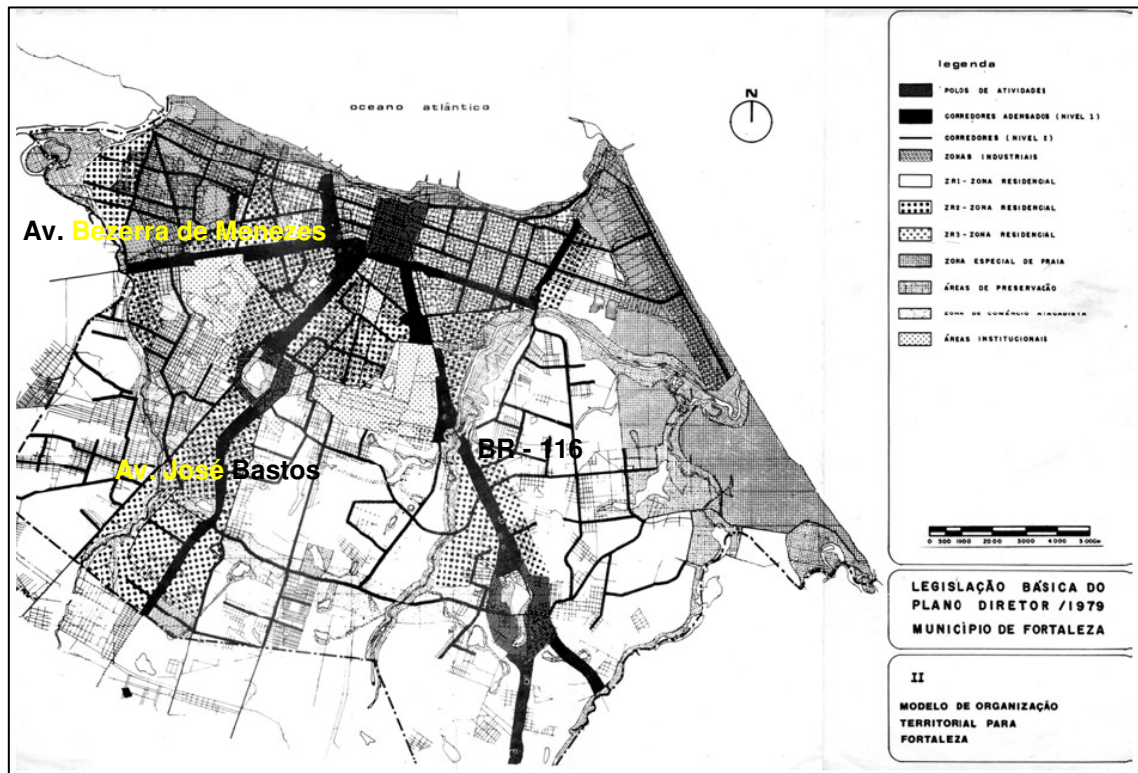


FIGURA 32 – Principais corredores adensados ao longo do sistema viário de Fortaleza em 1979. Quanto escura for a faixa, maior a importância do corredor adensado.
Fonte: FORTALEZA-PMF/SUPLAM, 1979 apud Fernandes, 2004. Adaptado por Lima, 2010.

A avenida Perimetral (lembrando que se trata do trecho localizado dentro da bacia do Coaçu, atual avenida Washington Soares, e não de todo o anel de circulação chamado de Perimetral), apesar de ter sido instalados os primeiros equipamentos ainda na década de 1970 e que induziram a ocupação de entorno e sobre a bacia do Coaçu, ainda não possuía, na época, fluxo de pessoas e de veículos suficientes e necessários para instalação de estabelecimentos comerciais e de serviços, de modo que pudesse ser declarada como corredor de adensamento.

Isso só veio ocorrer com a aprovação do Plano Diretor Físico de 1975, mas principalmente da Lei de Uso e Ocupação 5122-A de 1979, que representou as pressões do mercado imobiliário em ascensão, associado aos proprietários fundiários, cujas terras estavam em crescente valorização na zona leste (FERNANDES, 2004).

Nesta Lei é institucionalizado, dessa vez não mais como “corredores de adensamento”, como proposto no PLANDIRF, mas como “corredores de atividades”, principalmente as vias expressas (avenidas Bezerra de Menezes, Aguanambi - BR-116 e José Bastos) e em segundo nível as vias arteriais, como a avenida Perimetral, destinadas à circulação de veículos para áreas distantes e alimentadoras das vias expressas, formando com estas a rede principal do sistema viário.

Com a aprovação dessa Lei, foram permitidas e incentivadas a instalação e o adensamento de inúmeras atividades nas principais vias de circulação de veículos, dinamizando e diversificando a oferta de serviços, que, em tese, seriam para complementar as atividades exercidas na zona central da Cidade, entretanto, o que se verificou foi

[...] a uma acirrada disputa pela apropriação diferenciada do espaço urbano, que daria origem a diversos subcentros, fortemente lineares, através de um processo de deslocamento gradativo e incontrolável de atividades comerciais, serviços e instituições públicas (FARIAS FILHO, 2008, p. 10).

O incentivo dado pelo Poder Público para a formação desses corredores de atividades se firmou na área em análise a partir de novos investimentos estruturais na avenida Washington Soares iniciados ainda em 1979 e terminados em 1981, dezessete anos após a sua construção, fazendo parte do “pacote” de ampliação e melhoria do sistema viário básico de Fortaleza, com a construção de novas vias e pontes sobre os rios da região (CODEF, 1979; COSTA, 2005). Isto facilitou não somente o acesso à Avenida, mas especialmente aos novos bairros recentemente formados na bacia hidrográfica do rio Coaçu, e incentivando ainda a instalação de novos equipamentos.

A ocupação na região ganhou novo impulso com a construção e funcionamento, nas proximidades da avenida Perimetral, do Centro Administrativo do Governo do Estado do Ceará, na administração do governador Virgílio Távora (1978-1982) no antigo sítio Cambeba, que fora transformado em bairro, fazendo parte das medidas descentralizadoras de funções administrativas do Centro, tendo em vista a transferência de boa parte das secretarias estaduais para o recém-inaugurado centro administrativo. A sua implantação acarretou também a construção de vias e a instalação da infraestrutura necessária ao seu funcionamento, valorizando a região e impulsionando a migração dos grupos sociais de maior poder

aquisitivo das áreas centrais para habitarem em bairros adjacentes a esse novo centro.

A futura consolidação de subcentro de serviços ao longo da avenida Washington Soares, entretanto, e o conseqüente adensamento populacional ganhou maior dinamismo com a inauguração, em 1982, do *Shopping Center* Iguatemi, pertencente ao Grupo Jereissati, que, segundo Costa (1988), possuía estreitas ligações com o já citado Grupo Edson Queiroz.

O *shopping* foi construído sobre uma área de salinas desativadas e sobre uma extensa área aterrada de mangue do rio Cocó, o que gerou protestos dos movimentos ambientalistas, cientistas e categorias profissionais ligados aos estudos ambientais. Porém, mesmo com esses protestos, sua construção foi aprovada pela AUMEF, órgão que à época era responsável pela execução da legislação e ocupação à margem de recursos hídricos da Região Metropolitana (CLAUDINO SALES, 1993).

O que se assiste após a inauguração do Iguatemi é à intensificação do processo de ocupação que já vinha ocorrendo, e o início da implantação e aglomeração de demais atividades comerciais e de serviços terceirizados e especializados, fato que só veio a se tornar mais perceptível na década de 1990.

É importante ressaltar ainda a perda de controle do Poder Público em relação a esse novo impulso no processo de ocupação e expansão da Cidade para a ação da especulação imobiliária, dos proprietários fundiários e do setor da construção civil, que agiam de acordo com as relações de interesse por eles estabelecidas, beneficiados com o modelo socioeconômico e de produção do espaço urbano que historicamente foi sendo implantado em Fortaleza, ou seja, de total permissividade por parte do Poder Público, apesar da existência de planos regulamentares de ordenação do espaço e de proteção da natureza.

Esses agentes claramente impuseram seus interesses na transformação da terra e da natureza em mercadoria, transformando-a em espaço produzido a qualquer custo, desrespeitando e até mesmo relevando a existência dos planos diretores. Numa acirrada disputa competitiva, gerada pelo próprio mercado imobiliário, apropriaram-se privadamente das intervenções de infraestrutura realizadas pelo Estado ao longo dos anos e ditaram como seriam a ocupação e ordenamento socioespacial da região.

Vilhaça (2001) auxilia no entendimento dessa questão ao acentuar que

Um subcentro tradicional leva décadas para se constituir e seu impacto se produz lentamente, sendo absorvido lentamente pela vizinhança, que aos poucos também se transforma. O shopping Center, ao contrário, é produzido instantaneamente, sem dar tempo à vizinhança de a ele se adaptar. A instantaneidade – mais que a dimensão - dos empreendimentos imobiliários característicos dessa nova era de alta concentração de capital imobiliário (produção de pacotes imobiliários) é que está provocando uma revolução nas áreas nobres de nossas cidades e em nosso urbanismo (p. 307).

É esse contexto que podem ser compreendidas a descentralização e formação intensivos de subcentros na cidade de Fortaleza e que se estendem sobre os municípios vizinhos, apoiadas e institucionalizadas pelo Poder Público, e apropriadas pelos agentes diretamente interessados nos lucros advindos com tal institucionalização. É possível se entender, também, como foi formada e sustentada a ideia de corredores de atividades, tendo como grande símbolo e materialização deste processo na década atual, a avenida Washington Soares, que ensejou conseqüentemente uma reestruturação socioespacial na região de entorno.

Compreender esse processo de instalação de sistemas viários, e, mais do que isto, entender a transformação deles em corredores de atividades altamente dinâmicos é saber como ocorreram a apropriação privada da natureza e a conseqüente produção do espaço e de ambientes degradados na bacia hidrográfica do rio Coaçu, como será visto posteriormente, onde os sistemas e subsistemas ambientais tiveram seu equilíbrio natural rompido, ocasionado com uma ocupação desenfreada com anuência do Estado, já que historicamente houve a ausência de fiscalização e descontrole de regulação dos órgãos públicos responsáveis pela administração urbana e ambiental da área de estudo.

4.4 A nova configuração socioespacial a partir da década de 1990

Ao longo dos anos de 1990, a Avenida Washington Soares passou por inúmeras intervenções de modo que pudesse se adaptar ao crescente desenvolvimento socioeconômico e como modo de corrigir as deficiências do que havia sido proposto nos planos diretores e em planejamentos para o sistema viário.

Obras de alargamento, recapeamento, diminuição de canteiros centrais, retirada de retornos, instalação e retirada de semáforos, construção de vias de acesso à avenida etc., foram realizados desde a sua transformação em Rodovia Estadual em 1999 – CE 040 Rodovia do Sol Nascente – principal via de acesso de Fortaleza aos municípios e regiões do litoral leste, a qual se encontra em duplicação até o Município de Beberibe, distante 80 km da Capital (SEINFRA, 2010).

As transferências e instalações de equipamentos ligados à gestão pública também continuaram nesse período. Em 1997, é transferido do Centro para aquela avenida o Fórum Estadual Clóvis Beviláqua, que, segundo matéria do O Povo (2008), abriga quase todas as varas de Justiça em uma área de mais de 75 mil m². Em 2003, um novo Centro Administrativo e o Palácio do Governo do Estado também são instalados onde funcionava a sede administrativa do Banco do Estado do Ceará (BEC), e em 2008/2009, nas proximidades da Avenida, é inaugurada a Sede da Câmara Municipal de Fortaleza, ampliando o interesse comercial e valorizando ainda mais as áreas adjacentes.

Vilhaça (2001) elucida essa questão ao assinalar que as camadas sociais de alta renda exercem o controle sobre o Estado, fazendo com este tenha uma atuação desigual sobre o espaço urbano, induzindo a localização dos aparelhos do Estado nas áreas habitadas por essas camadas, além de buscarem fazer com que aquele agente destine a maior parte dos investimentos públicos na produção de infraestrutura e ainda de facilitar a legislação urbanística em benefício do mercado imobiliário, também por eles controlado.

[...] tais aparelhos [do Estado] seguem os percursos territoriais das camadas de mais alta renda, da mesma maneira que o comércio e os serviços privados. Suas localizações se comportam exatamente como se estivessem sujeitas às leis do mercado. Supostamente, a localização dos aparelhos do Estado não deveria estar sujeitas às leis do mercado. (Op. cit., p. 336).

A Avenida se traduz na atualidade no grande centro de atividades do setor comercial e terciário de Fortaleza, estendendo-se na área da Bacia sobre aproximadamente 14,5 km até o Município de Eusébio. Nela se localizam cinco *shoppings centers*, hipermercados, restaurantes, casas de espetáculos, edifícios comerciais, faculdades, bancos, grandes colégios particulares, escritórios de profissionais liberais, academias, além de ser um polo de venda de veículos, dentre outros equipamentos e funções, muito dos quais instalados de forma irregular, sem licença expedida pela Secretaria de Meio Ambiente e Controle Urbano – SEMAM

para construção e funcionamento, de acordo com denúncias publicadas pelos jornais de grande circulação do Estado, o que tem provocado constantes ações de embargos de obras e de funcionamento pelo Ministério Público Estadual – MPE.

O conjunto desses fatores de aglomeração dos equipamentos públicos e privados, no entanto, favorece um acirramento do processo especulativo do mercado imobiliário, estimulado pelos agentes diretamente envolvidos no oferecimento de inúmeros empreendimentos imobiliários e condomínios de alto padrão, materializando a segregação socioespacial, ao destinar a ocupação dos bairros da zona sudeste para famílias de alto poder aquisitivo. Soma-se ainda ao interesse de domínio sobre as áreas verdes de grande potencialidade paisagística disponíveis naquela região, como medida de agregar valor aos imóveis.

Mais do que 14,5 km de extensão de Avenida, são milhares de hectares que historicamente tem se configurado em problemas ambientais gravíssimos na bacia do Coaçu, como: aterro de rios, riachos e lagoas, com até mesmo desaparecimento de alguns; desmatamento excessivo da vegetação, dos manguezais e da vegetação ribeirinha; impermeabilização do solo; retificação artificial de canais, lançamento de resíduos e efluentes no ambiente sem tratamento, principalmente sobre os recursos hídricos, ocasionando a contaminação e problemas de eutrofização excessiva deles; total desrespeito às restrições de natureza legal, especialmente, as Áreas de Preservação Permanente – APP's, etc.

É importante afirmar que, para todo o espaço metropolitano, houve a elaboração de planos e projetos desde a década de 1970, visando, como medidas preventivas, à proteção dos elementos naturais, de modo especial, dos recursos hídricos, tendo em vista a rápida expansão urbana que estava comprometendo já à época em que foram elaborados o equilíbrio, assim como a futura existência dos sistemas e subsistemas ambientais.

Dentre esses planos está o Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza, desenvolvido pela AUMEF e divulgado em 1978, que, ao tratar dos recursos hídricos da bacia do Cocó¹, afirmou que

Sendo a Bacia do Cocó dentro da METRÓPOLE bastante recortada por riachos e com um grande número de lagoas, ou seja, com potencial hídrico de uso ainda não disciplinado, as indicações e diretrizes do PLANO DIRETOR DE DRENAGEM com respeito à mesma, deverão ter um caráter preventivo, para que no futuro, não venha a sofrer os grandes problemas

¹ Lembrando que nesse estudo a bacia do Coaçu é considerada uma sub-bacia do Cocó através das subdivisões desta nas sub-bacias: B4, B5 e B6.

que hoje afligem outras áreas, onde a ocupação urbana se fez sem qualquer respeito aos caminhos naturais da água. (AUMEF, 1978, v. I, p. 125).

Infelizmente, esse e outros planos elaborados para proteção dos elementos naturais não chegaram a ser executados pelo Poder Público, e o que se configurou foi a modelagem dos rios e riachos ao crescimento urbano, quando na realidade o contrário é que deveria ter ocorrido, refletindo-se no momento atual em sérios problemas de drenagem, além da degradação dos demais subsistemas ambientais, ocasionados pela população em geral e principalmente pelos agentes envolvidos com o mercado imobiliário e do próprio Estado.

No relatório da AUMEF de 1985, já se discutiam essas questões, especialmente das responsabilidades ou da ausência delas por parte daqueles que estavam causando danos ambientais aos rios após a concretização do processo de ocupação.

Após loteada, especulada, urbanizada e ocupada a área, ao iniciarem-se as inundações, aqueles que, através da depreção dos recursos naturais, multiplicaram suas riquezas, certamente não assumirão nenhuma consequência pelos danos ocorridos e serão, então, os próprios órgãos públicos os responsáveis. O Governo assumirá um ônus incalculável e de alguma forma permanente. (AUMEF, 1985, p. 08).

A consequência desse processo e por não ter praticamente havido restrições à instalação de equipamentos de pequeno, médio e grande porte, é a transformação de uma antiga zona predominantemente residencial unifamiliar de baixa densidade, como proposto pelo Plano Diretor de 1975, para uma zona de alta densidade comercial e residencial uni e multifamiliar.

Segundo dados do Novo Plano Diretor Participativo publicados no O Povo em setembro de 2006, mais de 120 mil pessoas passaram a morar em bairros como: Edson Queiroz, Eng. Luciano Cavalcante, Cidade dos Funcionários, Parque Manibura, Sapiroanga/Coité, Lagoa Redonda e Cambeba, entre 2000 e 2005, todos inseridos na área de delimitação da bacia do rio Coaçu, elevando a taxa de ocupação de 50 para 100 habitantes por hectare, uma taxa bastante elevada para uma região que até meados da década de 1980 era praticamente desabitada.

O forte adensamento populacional e dos serviços oferecidos tem gerado um grande volume de tráfego de veículos, provocando uma saturação viária e de transtornos à circulação urbana, reflexo da falta de controle da ocupação e uso do solo e que se configuraram na incompatibilidade entre as propostas elaboradas

desde o PLANDIRF em 1971, com a malha viária atual existente, que passou por constantes modificações, mas que não conseguiram acompanhar o crescente processo de urbanização.

Mesmo com ausência de justificativas para a construção na avenida Washington Soares, entre o *Shopping* Salinas e o Centro de Convenções, o Governo do Estado iniciou em maio de 2009 a construção do Centro Multifuncional de Feiras e Eventos em uma área de 173 mil m², com orçamento calculado em R\$ 279 milhões de reais, e que visa a atender até 30 mil pessoas em único evento, segundo dados publicados pelo Diário do Nordeste (2009). A Figura 33 mostra como ficará o Centro de Eventos após sua construção na Avenida Washington Soares.



FIGURA 33 – Simulação, ao centro da foto, de como ficará o Centro de Feiras e Eventos. Ao fundo, rio Cocó, área de delimitação da bacia do rio Coaçu e dunas da Sabiaguaba
Fonte: Arquitetura Digital, 2010

Esse mais novo empreendimento está sendo construído em uma área já saturada de equipamentos e com trânsito caótico. Até março de 2010, ainda não havia sido expedida licença de construção pela SEMAM e nem sido concretizada a elaboração do Relatório de Impacto de Trânsito – RIST, de modo que também sejam apresentadas soluções para o grande tráfego de veículos que será incrementado ao existente quando o empreendimento estiver em funcionamento.

Apesar desses fatores, sua construção segue mesmo sob ameaças de embargo das obras pelo MPE e em meios a pedidos de Termos de Ajustamento de

Conduta – TAC. A Tabela 11 apresenta as matérias publicadas, pesquisadas entre novembro de 2007 e março de 2010, relacionadas à polêmica construção do Centro de Feiras e Eventos.

TABELA 11 – Matérias publicadas com relação à construção do Centro de Feiras e Eventos

Jornal	Matéria	Data
O Povo	Pavilhão de Feiras provoca divisão na base de Cid	15/11/2007
O Povo	Ceará ganha competitividade com Pavilhão de Feiras	15/11/2007
O Povo	Pavilhão de Feiras: chance de dar vida ao Centro Histórico	15/11/2007
Diário do Nordeste	Iniciadas obras do Centro de Feiras	07/05/2009
Diário do Nordeste	Centro de Eventos e os transtornos no trânsito	26/05/2009
Diário do Nordeste	Centro de Feiras ainda não atende à legislação: Ministério Público Estadual cobra relatório	24/06/2009
Diário do Nordeste	Setur apresenta projeto viário para o Centro de Eventos	30/06/2009
O Povo	Centro de Feiras: 4 túneis serão construídos na Washington Soares	30/06/2009
Diário do Nordeste	Acessos viários ao Centro de Feiras custarão R\$ 30 milhões	25/08/2009
Diário do Nordeste	Setur promete acesso em julho de 2010	22/09/2009
Diário do Nordeste	Centro de Feiras e Eventos: Falta solução para o trânsito	27/11/2009
Diário do Nordeste	Projeto de Acesso está pronto, garante Setur	09/12/2009
Diário do Nordeste	Ministério Público Estadual quer embargar obra	17/12/2009
Diário do Nordeste	Ministério Público ameaça pedir embargo do Centro de Eventos	06/01/2010
Diário do Nordeste	Estado assinará TAC para início de obras do Centro de Eventos	15/01/2010
O Povo	Construção de dois túneis promete desafogar o trânsito na Washington Soares	06/03/2010

Fonte: O Povo e Diário do Nordeste (2007-2010)

Não menos importantes, mas também grandes indutoras da expansão urbana e industrial sobre a bacia hidrográfica do rio Coaçu, estão a BR 116 e a avenida do 4º Anel Rodoviário, as avenidas Maestro Lisboa (antiga estrada da Cofeco) e Oliveira Paiva em Fortaleza; em menores proporções, estão as avenidas Cel. Cícero Sá, no Município de Eusébio, e Manuel Feliciano de Lima, no Município de Aquiraz. Todas as avenidas citadas podem ser visualizadas na Figura 02 (Mapa Básico da Bacia Hidrográfica do rio Coaçu).

Principal eixo rodoviário do Estado do Ceará, e um dos primeiros eixos viários a ser transformado em corredor de atividade, a BR-116 recorta aproximadamente 15 km na área da Bacia e vem sendo duplicada desde 1997 entre os Municípios de Fortaleza e Pacajus. É a única efetivamente via expressa de Fortaleza na concepção em que foi criada, ou seja, projetada para grande circulação de veículos entre áreas distantes, sem acesso direto para áreas marginais, e com cruzamentos em desnível (CODEF, 1974).

A reestruturação socioeconômica e espacial, em curso desde a segunda década de 1990, possibilita também uma redistribuição das atividades industriais na

RMF que antes se concentrava principalmente no Distrito Industrial de Maracanaú. Com a melhoria da acessibilidade ocasionada pela duplicação da BR 116 ao longo dos anos, novas indústrias tem se instalado no eixo entre o Município de Fortaleza e o de Horizonte, passando por Itaitinga, onde a BR é utilizada como limite intermunicipal, usufruindo das infraestruturas geradas pela duplicação nesse eixo que foram necessárias para o escoamento da produção. Como é comum em rodovias localizadas em áreas metropolitanas, nela se encontram, além das indústrias, inúmeras transportadoras, armazéns, centros de distribuição de mercadorias, empresas especializadas em operações logísticas etc.

Esses fatores contribuíram ainda para a expansão urbana na região de entorno da Rodovia, como, por exemplo, a conurbação recente verificada entre os bairros limítrofes de Fortaleza com a porção setentrional do Município de Itaitinga, além de se verificar o aumento do parcelamento do solo, neste último, em áreas sempre próximas à Rodovia, consolidando um novo processo de expansão urbana.

Já a avenida do 4º Anel Rodoviário foi construída durante a década de 1980. Interliga a avenida Washington Soares (CE-040) à BR 116 na bacia do Coaçu, além das principais rodovias federais e estaduais da RMF (BR 222, BR 020; CE 060 e CE 065), sendo destinada principalmente à circulação de mercadorias em veículos pesados, como caminhões. Em seu eixo localizam-se, assim como na BR 116, inúmeras indústrias, transportadoras, armazéns, conjuntos habitacionais etc.

Em razão do aumento do fluxo de veículos nos últimos anos, o 4º Anel Rodoviário também está sendo duplicado, visando à melhoria da acessibilidade entre as rodovias por ela interligadas, possibilitando a instalação de novas indústrias e induzindo ainda mais o crescimento urbano e industrial.

Tem-se ainda o alargamento da avenida Maestro Lisboa (CE-025 – antiga estrada da Cofeco), cujas obras foram iniciadas em outubro de 2009. Esta avenida interliga a Washington Soares às praias turísticas do Município de Aquiraz como Prainha e Porto das Dunas, onde se localiza o empreendimento *Beach Park*, além de ser o principal acesso à lagoa da Precabura, coleção hídrica mais importante do rio Coaçu.

Destinada inicialmente ao fluxo turístico e aos antigos sítios, muitos dos quais já loteados para o processo de urbanização, a Avenida foi rapidamente incorporada ao crescimento urbano da região, em especial, do grande número de condomínios de alto padrão instalados nas proximidades. Atualmente a avenida está

servindo não somente como eixo turístico, mas também de deslocamento dos bairros lá localizados, que acusaram forte crescimento populacional, para as áreas mais centrais de Fortaleza.

Depois de cinco anos de embargo, foram retomadas, em julho de 2009, as obras da ponte de Sabiaguaba. A obra havia sido embargada em virtude de irregularidades no projeto inicial de infraestrutura, constatação de ausência de projeto de preservação do meio ambiente, falta de licenciamento ambiental e ações do Ministério Público Federal em razão de indícios de superfaturamento e pagamentos indevidos por serviços não realizados, conforme reportagem do O Povo (2010).

Iniciada em 2002 e embargada em 2004, a construção da ponte sobre a Foz do rio Coaçu / Cocó, conforme a Figura 34, tem como objetivo servir como eixo turístico entre as áreas litorâneas da praia do Futuro e a de Sabiaguaba, além de constituir-se futuramente em um novo acesso de Fortaleza para o Município de Aquiraz, desafogando o trânsito da avenida Washington Soares.



FIGURA 34 - Construção da ponte da Sabiaguaba sobre a foz do rio Coaçu / Cocó, interligando a praia do Futuro a região sudeste de Fortaleza.

Fonte: Diário do Nordeste, 2009.

A grande dúvida expressa é o destino das Unidades de Conservação do local, como o Parque Natural das Dunas da Sabiaguaba e a Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba, inseridas na bacia do Coaçu, uma vez que a ponte está sendo construída sobre essas unidades.

Caso não haja medidas enérgicas de proteção dessas áreas, visto que apenas a institucionalização de unidades não garante a integridade delas, teme-se que o campo de dunas, a vegetação de mangue, a faixa de apicuns, as gamboas e a mata de tabuleiro estejam seriamente ameaçados com a implantação da via a ser

construída após a conclusão da ponte, além da possível expulsão dos moradores tradicionais como pescadores, marisqueiros e catadores de caranguejo.

A temeridade da destruição dessas unidades está relacionada, essencialmente, com a possível ação dos especuladores imobiliários que já visualizam com esse processo um grande potencial para instalação de novos condomínios e casas de luxo.

Segundo Vilhaça (2001), a instalação de vias de transporte provoca dois efeitos principais nos terrenos adjacentes à instalação de tais vias, que são: a melhoria da acessibilidade e a valorização da terra e, atrelados a estes, os processos de crescimento e/ou desenvolvimento urbano, sendo, desta forma, meio para o processo de ocupação em tais áreas.

Verifica-se que as vantagens possibilitadas com a melhoria da acessibilidade por meio dos alargamentos e duplicações estão sendo apropriados exclusivamente pelo mercado imobiliário na incorporação de novas glebas de terra, alterando célere e profundamente as poucas áreas ainda conservadas. As obras no sistema viário não estão sendo acompanhadas da instalação da infraestrutura necessária nas novas áreas incorporadas ao crescimento urbano, principalmente de esgotamento sanitário adequado, de modo que os já conhecidos prejuízos aos sistemas ambientais, assim como aos sociais sejam minimizados.

Todos esses fatores também são influentes e se materializam sobre os demais municípios drenados parcial ou totalmente pela bacia do Coaçu, principalmente Eusébio e Itaitinga. Estes foram desmembrados de outros municípios ao final dos anos 1980 e início de 1990, passando a fazer parte posteriormente da RMF, possuindo uma dinâmica influenciada, em sua totalidade, pela centralidade socioeconômica, política e administrativa de Fortaleza.

Com relação especificamente ao Município de Eusébio, este era Distrito de Aquiraz até 1987, ano em que se tornou Município Emancipado através da Lei Nº 11.333 (IPECE, 2009). Possui uma área territorial de 76,58 km² e população estimada em 41.307 habitantes, conforme Tabela 10 já apresentada, sendo considerado pelo IBGE (2008) um município com população 100% urbanizada.

Em sua área se localiza a porção mais conservada da vegetação de tabuleiro da bacia do Coaçu, numa área de 21,5 km², precisamente na margem esquerda do Rio, além de possuir extensas áreas verdes e de se localizarem também inúmeras lagoas como: Parnamirim, Eusébio, Perigoso e Precabura, que

deságuam suas águas no rio Coaçu, principalmente no período chuvoso, em razão do caimento topográfico geral do terreno do Município.

O dinamismo econômico do Município está relacionado às indústrias de pequeno, médio e grande porte, muitas das quais instaladas ao longo das Rodovias CE-040 e BR 116. Sobressaem-se as indústrias químicas e farmacêuticas, e recentemente se verifica a instalação de um polo de indústrias de Tecnologia da Informação, gerando maior disponibilidade de empregos que conta ainda com comércio e empresas de serviços especializados. Cabe ressaltar a quantidade significativa de casas de espetáculo, principalmente, casas de forró, frequentadas essencialmente pela população de Fortaleza.

Por causa de sua localização, a 18 km da Capital, alta acessibilidade proporcionada pela Rodovia CE-040, ao que se adita a recente expansão urbana da região sudeste de Fortaleza, tem se configurado, desde o final da década de 1990, um processo de conurbação entre os dois municípios, no entanto, diferentemente do que se observa com os demais municípios limítrofes da Capital cearense, Eusébio se caracteriza como município receptor das camadas de mais alta renda daquela região de Fortaleza.

A presença de antigos sítios e chácaras se transforma e dá lugar a loteamentos. E as segundas residências, antes destinadas ao veraneio e ao lazer dos fins de semana, se convertem em residências fixas. Identifica-se também a instalação de inúmeros empreendimentos imobiliários, condomínios e casas de alto padrão, destinado à população com poder aquisitivo elevado, que busca maior tranquilidade, amplas áreas verdes, bonitas paisagens que o lugar ainda oferece e por abrigar inúmeras lagoas e rios despoluídos, fugindo, assim, do caos urbano e da ausência dessas amenidades de Fortaleza.

Para Vilhaça (2001), até recentemente, não havia no Brasil o fenômeno de transbordamento da área de um município sobre o território de outro que não fosse constituído por bairros populares. O que se observa no Município de Eusébio, por este se localizar na direção de crescimento de uma área de grande concentração das camadas de mais alta renda de Fortaleza, é o transbordamento desses bairros de alta renda de Fortaleza para o território do Município de Eusébio. Para o mesmo autor, esse fenômeno é conceituado como “subúrbio de ricos”, onde o território de um município metropolitano é incorporado (conurbado) ao principal, com uma participação atipicamente alta de camadas de alta renda.

Observa-se no território de Eusébio um processo de urbanização bastante disperso espacialmente, porém com concentrações ao longo da CE-040, na Sede municipal e no distrito de Mangabeira (proximidades da lagoa da Precabura), fruto do processo discutido no parágrafo anterior. Nas adjacências da avenida Cel. Cícero Sá, que liga a CE 040 a BR 116, observa-se forte crescimento urbano através do parcelamento do solo, com loteamentos e arruamentos inclusive sobre as áreas de APP's do rio Coaçu, e com carência de instalação de infraestrutura hídrica e sanitária, comprometendo seriamente as lagoas e rios da região.

No que se refere ao Município de Itaitinga, este tem seu desenvolvimento relacionado, principalmente, à exploração mineral da pedreira local, na Crista residual do Município, que é desenvolvida desde a década de 1940 (MOTA e MORAIS, 1994), sobressaindo-se também a agricultura, a pecuária e o setor de serviços como atividades produtivas. Assim como Eusébio, Itaitinga também foi Distrito municipal, porém de Pacatuba, cuja emancipação ocorreu somente em 1992 através da Lei N° 3.338 (IPECE, 2009).

Itaitinga possui uma taxa de urbanização de 90,86% e uma população estimada em 32.678 habitantes, conforme Tabela 10, já vista. Distancia-se da Capital por apenas 27 km e tem como principal via de acesso a BR-116. Na porção norte do Município, são encontrados inúmeros pequenos açudes particulares, além de muitas lagoas, sendo a do Gereraú (lagoa do Lazer) e a do Ancuri as mais significativas em tamanho, e na porção central, as lagoas do Carapió e da Caracanga, principais nascentes do rio Coaçu; no entanto, o que se sobressai em seu território municipal é o sistema de açudes Pacoti-Riachão-Gavião, responsável pelo abastecimento de água da RMF.

Quanto à urbanização, verificou-se que o crescimento urbano no Município se dá de modo desordenado, não somente na sede municipal, mas também nos distritos de Gereraú e Jabuti, sendo influenciada principalmente pelas indústrias instaladas ao longo da BR 116 e dos serviços ligados à atividade industrial, configurando-se, desta forma, como corredor industrial, que tem provocado mudanças no perfil socioeconômico do Município, diminuindo a concentração econômica em torno das pedreiras da Crista Residual. Identifica-se ainda a implantação de loteamentos destinados às camadas populares, fruto do processo de industrialização que induz conseqüentemente ao de urbanização e que

tem provocado forte pressão sobre os elementos naturais, como os rios, lagoas, vegetação e solo.

Diferentemente dos Municípios de Eusébio e Itaitinga, drenados em quase sua totalidade pela bacia do Coaçu, o Município de Aquiraz é banhado em apenas 19,7 km² do seu território, o que equivale a 4% de uma área total de 480,976 km², precisamente em sua porção leste / noroeste, na divisa com os outros dois municípios. É o mais antigo Município do Ceará, criado pela Carta Régia de 1699 (NASCIMENTO, 2003a). Na porção drenada pelo rio Coaçu, são desenvolvidas principalmente atividades agrícolas, porém a atividade econômica predominante do Município é o turismo, em razão das belas praias, onde estão sendo instalados muitos hotéis e *resorts*, muitos dos quais com construção questionável ambientalmente.

4.5 Panorama dos indicadores socioeconômicos e ambientais

Os indicadores socioeconômicos, como taxa de analfabetismo, escolaridade, renda mensal e número de pessoas ocupadas no mercado de trabalho formal e informal, assim como de habitação, demonstram de forma geral, uma grande heterogeneidade em toda a bacia do Coaçu. Já os indicadores ambientais, que dizem respeito à acessibilidade de condições de infraestrutura como abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, revelaram-se mal distribuídos e precários na área, principalmente em relação ao esgotamento sanitário.

Além dos municípios drenados pela Bacia, foram analisados especificamente os bairros de Fortaleza drenados por ela, por ser a área mais densamente ocupada e onde a complexidade da problemática social e ambiental é mais gritante. A seguir é discutido cada um dos indicadores.

No que diz respeito especificamente às pessoas com 15 anos ou mais de idade que não sabem ler, as taxas revelaram-se maiores para os Municípios de Itaitinga, Eusébio e Aquiraz, com destaque para este último, que ficou com uma média de 29% de pessoas analfabetas.

No que se refere ao índice de “responsáveis pelas famílias sem instrução ou com até 3 anos de estudo”, mostrou-se elevado até mesmo para Fortaleza e especificamente para os bairros pesquisados, em média 27%; porém não maiores do que as dos municípios, que ficaram com índices superiores a 50%, destacando-se Aquiraz (zona rural / Iguape), onde esse índice alcançou 65%.

Já para a variável “responsável pela família com 11 anos ou mais de estudo”, a situação se inverte, sendo maiores para Fortaleza, em média 31%, e menores para os demais municípios, onde esse índice se revela não superior a 12,5%. Na Tabela 12 estão resumidos os dados de alfabetização para toda a área pesquisada, evidenciando o total de pessoas ou responsáveis e o respectivo percentual das variáveis apresentadas.

Levando em consideração a renda mensal do responsável pela família em salários mínimos, conforme Tabela 13, os dados demonstram uma diferença significativa de Fortaleza em relação aos demais municípios. Nestes, 80% em média dos responsáveis recebiam até dois salários mínimos, enquanto Fortaleza e bairros, em média, 50%. Já para aqueles que recebiam acima de cinco salários mínimos, totalizavam 24% em média para Fortaleza, mas para os outros municípios esse percentual não ultrapassou 9,3%, com destaque para Itaitinga, onde apenas 4,1% dos responsáveis pelas famílias recebiam acima desse valor.

Em relação ao grau de formalização do mercado de trabalho, como pode ser identificado na Tabela 13, o Município de Itaitinga se destacou alcançando índices próximos ao de Fortaleza e bairros pesquisados, já que aproximadamente 40% das pessoas estavam ocupadas no mercado formal de trabalho.

Na Tabela 14 estão representados os números de empregos formais no ano base de 2007, distribuídos por setor de atividade e para cada município. Nela se identifica a importância do setor de serviços como maior setor empregador formal, e, em segundo plano, a indústria de transformação.

TABELA 12 - Índice de escolaridade e taxas de alfabetização da população em geral e do responsável pela família

Município	Pessoas com 15 anos ou mais de idade			Responsável pela família				
	Total	Que não sabem ler	Taxa de analfabetismo	Total (A)	Sem instrução ou com até 3 anos de estudo (B)	B / A (%)	Com 11 ou mais anos de estudo (C)	C / A (%)
Aquiraz Sede / Porto das Dunas	13.294	3.181	23,9%	5.195	2.767	53,3%	644	12,4%
Aquiraz Zona Rural / Iguape	26.684	8.558	32,1%	10.094	6.558	65%	520	5,1%
Eusébio	20.132	4.827	24,0%	7.803	3.991	51,1%	707	9,1%
Itaitinga	18.702	4.577	24,5%	7.691	4.205	54,7%	591	7,7%
Fortaleza	1.511.707	154.835	10,9%	588.467	153.061	25,1%	174.734	31,5%
Bairros de Fortaleza drenados pela Bacia do Coaçu	157.073	19.404	12,9%	60.431	17.470	29,3%	18.467	30,6%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000; Observatório das Metrôpoles (METRODATA), organizado por Lima, 2010.

TABELA 13 - Renda mensal do responsável em salários mínimos e grau de formalização do mercado de trabalho

Município	Renda mensal do responsável em salário mínimo									Número de pessoas ocupadas			
	Total	Até 2 S. M.		De 2 a 5 S. M.		De 5 a 10 S. M.		Mais de 10 S. M.		Total	No setor formal		Grau de formalização do mercado de trabalho
								Sim	Não				
Aquiraz Sede / Porto das Dunas	5.182	3.811	73,5%	888	17,1%	277	5,3%	207	4,0%	7.250	2.148	5.102	29,6%
Aquiraz zona rural / Iguape	10.094	8.522	84,4%	1.065	10,5%	306	3,0%	201	2,0%	14.082	3.035	11.407	21,6%
Eusébio	7.803	6.311	80,9%	943	12,1%	284	3,6%	265	3,4%	8.466	3.041	5.425	35,9%
Itaitinga	7.677	6.160	80,2%	1.208	15,7%	204	2,7%	104	1,4%	8.493	3.380	5.114	39,8%
Fortaleza	587.925	331.565	54,7%	126.127	21,6%	65.225	11,8%	65.008	12%	794.780	361.487	433.293	45,6%
Bairros de Fortaleza drenados pela Bacia do Coaçu	60.401	33.574	55,8%	12.666	19,8%	6.974	11,3%	7.586	13,1%	82.385	36.748	45.637	43,8%

Fonte: IBGE, IBGE, Censo Demográfico 2000; Observatório das Metrôpoles (METRODATA), organizado por Lima, 2010.

TABELA 14 – Número de empregos formais em 2007 por setor de atividade

Atividades	Número de Empregos Formais				Ceará
	Municípios				
	Aquiraz	Eusébio	Itaitinga	Fortaleza	
Extração Mineral	30	127	79	558	2.448
Indústria de Transformação	3.761	8.800	521	74.961	208.149
Serviços Industriais de Utilidade Pública	49	56	-	4.532	6.776
Construção Civil	166	1.366	221	28.458	38.020
Comércio	812	1.077	192	103.216	155.512
Serviços	3.667	12.160	444	209.685	285.363
Administração Pública	2.223	1.951	910	136.694	339.048
Agropecuária	1.140	354	-	2.371	24.076
Total	11.848	25.891	2.367	560.475	1.059.392

Fonte: IPECE, 2009. Organizado por Lima (2010).

É importante destacar um estudo realizado pela rede de pesquisa Observatório das Metrôpoles, divulgado em 2006, que se baseou nas amostras censitárias do IBGE de 2000 e em metodologia própria para classificar os bairros de Fortaleza, bem como os municípios da RMF em sete tipologias sócio-ocupacionais, que foram: Superior, Médio Superior, Médio, Popular Operário, Inferior, Popular Periférico e Rural.

Nesse estudo, 70% dos bairros drenados pela bacia do Coaçu em Fortaleza foram classificados como de tipologia superior, média superior e média. Dentro desta classificação, entretanto, os bairros de tipologia média apresentam desigualdades sociais e espaciais extremas, com forte presença de aglomerados subnormais (discute-se adiante o assunto) mesmo possuindo percentuais elevados de chefes de famílias que recebem acima de cinco salários mínimos, como visto anteriormente. Nessa mesma classificação, os Municípios de Eusébio e de Aquiraz (Sede / Porto das Dunas) foram classificados também como de tipologia média, enquanto Itaitinga, como popular periférica, e Aquiraz (Zona Rural / Iguape) na tipologia rural.

Com relação às condições de infraestrutura diretamente relacionadas aos aspectos ambientais, identifica-se o fato de que somente a variável “coleta adequada de lixo”, que corresponde ao domicílio atendido por serviço de limpeza ou caçamba, possui percentuais satisfatórios: 93% em média para Fortaleza e bairros especificamente drenados pela bacia do Coaçu; e de 67% em média para os demais municípios, excetuando-se a zona rural de Aquiraz, que não chegou a alcançar os 50%, conforme Tabela 15.

Da amostra pesquisada, até o ano 2000, não havia praticamente abastecimento de água pela rede geral no Município de Eusébio, visto que apenas 5,44% de um total de 7.249 domicílios possuíam água canalizada em pelo menos um cômodo. Nessa mesma situação, seguem Aquiraz e Itaitinga, porém com percentuais mais elevados, como pode ser visto também na Tabela 15. Em Fortaleza e bairros analisados, o percentual alcançou 82% em média dos domicílios servidos pela rede geral.

Os dados de esgotamento sanitário, entretanto, se mostram extremamente preocupantes, pelo menos para os bairros especificamente drenados pela Bacia, onde apenas 46,82% dos domicílios estão ligados à rede geral de esgotamento sanitário ou possuem fossa séptica, além do Município de Eusébio com apenas 32,37% dos domicílios nesta mesma situação (Tabela 15).

É importante ressaltar que, se for levado em consideração somente o índice de esgotamento sanitário ligado à rede geral, excetuando-se fossa séptica como meio de esgotamento sanitário adequado, os percentuais se revelam alarmantes, pois, segundo dados do IPECE (2009), apenas 4,62% dos domicílios de Eusébio, 2,81% dos de Itaitinga, 23,25% de Aquiraz e 50% dos domicílios de Fortaleza se encaixam nesta variável. A taxa média estadual de cobertura desse serviço é de 29,87%, mostrando assim que, dos quatro municípios, três estão abaixo dessa média percentual.

TABELA 15 – Indicadores ambientais das condições domiciliares

Município	Domicílios						
	Total	Com abastecimento adequado de água ¹		Com esgotamento sanitário adequado ²		Com coleta adequada de lixo ³	
Aquiraz Sede / Porto das Dunas	4.759	1.019	21,4%	3.309	69,5%	3.389	71,2%
Aquiraz Zona Rural / Iguape	9.255	265	3,22%	2.219	26,99%	3.914	47,62%
Eusébio	7.249	394	5,44%	2.346	32,37%	4.991	68,85%
Itaitinga	6.741	2.260	36,87%	4.952	80,79%	4.983	81,29%
Bairros de Fortaleza drenados pela Bacia do Coaçu	54.740	44.287	79,41%	26.604	46,82%	50.135	90,94%
Fortaleza	525.991	437.025	83,80%	337.002	63,96%	500.954	95,31%

(¹) Considera-se como adequado aquele domicílio servido por rede geral, canalizada em pelo menos um cômodo

(²) Considera-se como adequado aquele domicílio ligado à rede geral ou à fossa séptica.

(³) Considera-se como adequado aquele domicílio atendido por serviço de limpeza ou caçamba

Fonte: IBGE - Censo, 2000; Observatório das Metrôpoles (METRODATA). Org. por Lima, 2010.

Esses números tornaram-se mais díspares para os bairros drenados pela Bacia em Fortaleza no ano de 2006, segundo os dados divulgados pela Prefeitura Municipal de Fortaleza – PMF (2007), onde mais de 80% dos domicílios desses bairros estavam ligados à rede geral de abastecimento de água. Todavia, com relação ao esgotamento sanitário, o número reduziu para menos de 20%, demonstrando que, diferentemente do abastecimento de água, a instalação dos serviços de esgotamento sanitário não foi suficiente para acompanhar o processo de expansão urbana da região.

O restante dos percentuais que não se enquadram como “adequado” na Tabela 15, principalmente os referentes ao esgotamento sanitário, são potenciais indicadores de causa da poluição dos ambientes fluviais, lacustres e fluviolacustres, uma vez que é comum a prática de lançamento de resíduos sólidos e efluentes nas vias de circulação, nas margens dos corpos hídricos, além de ter sido verificada a utilização das galerias pluviais para o lançamento de águas servidas e demais dejetos domésticos, as quais se direcionam para os recursos hídricos da região. Ressalta-se também a utilização de sumidouros e fossa negra que comprometem seriamente a qualidade das águas subterrâneas.

Segundo Tundisi (2005), o intenso despejo de forma particulada ou dissolvida de esgotos domésticos e industriais em rios, riachos, lagoas e represas, por exemplo, ocasiona o enriquecimento de nutrientes como fósforo e nitrogênio das águas superficiais e subterrâneas, gerando o processo de eutrofização. Esses fatores são bem evidenciados nas planícies fluviolacustres do rio Coaçu, não somente em seu baixo curso onde o adensamento populacional é maior, mas também desde as nascentes, indicando o alto grau de poluição ocasionado pelo despejo inadequado de esgotos nesses ambientes fluviolacustres, e onde a contaminação adversa pelo lançamento de diversas fontes poluidoras está comprometendo seriamente a qualidade da água nos seus mais diversos usos.

Relativamente à habitação, identifica-se, de acordo com a Tabela 16, um grande déficit habitacional, uma vez que, em média, 30% dos domicílios não são de propriedade da família residente, estando na condição de alugados, cedidos, improvisados ou naquele em que mais de uma família habita o mesmo domicílio, ou seja, na situação de coabitação familiar. Os dados mais preocupantes estão nas áreas mais densamente ocupadas, como no Município de Fortaleza, principalmente, e em segundo plano, Eusébio e Aquiraz (Sede / Porto das Dunas).

TABELA 16 – Situação domiciliar em relação à propriedade do terreno

Município	Domicílios								
	Total	Com propriedade do terreno		Sem propriedade do terreno		Alugados		Outros	
Aquiraz Sede / Porto das Dunas	4.759	3.133	65,8%	444	9,3%	203	4,3%	979	20,6%
Aquiraz Zona Rural / Iguape	9.255	6.628	71,6%	601	6,5%	244	2,6%	1.782	19,3%
Eusébio	7.249	4.901	67,6%	607	8,4%	302	4,2%	1.399	19,3%
Itaitinga	6.741	4.719	70,0%	853	12,7%	475	7,0%	693	10,3%
Bairros de Fortaleza drenados pela Bacia do Coaçu	54.740	35.984	65,7%	8.551	15,6%	5.712	10,4%	4.493	8,2%
Fortaleza	525.991	331.197	63%	69.920	13,3%	90.740	17,3%	34.134	6,5%

Fonte: IBGE - Censo, 2000; Observatório das Metrôpoles (METRODATA). Org. por Lima, 2010.

Um importante indicador socioeconômico para compreender não somente a situação das condições habitacionais, mas também e principalmente ambientais, é a quantidade de domicílios em aglomerados subnormais. De acordo com a definição do IBGE, aglomerado subnormal é um conjunto constituído por unidades habitacionais (barracos, casas), ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular), dispostas, em geral, de modo desordenado, denso e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais.

Os dados pesquisados não apresentaram informações para os Municípios de Eusébio, Itaitinga e Aquiraz, mas somente para os bairros drenados pela bacia do Coaçu, que estão reunidos por áreas de expansão de dados (AED's), congregando áreas relativamente homogêneas, em muitos casos, mais de um bairro.

Do total de 54.740 domicílios dos bairros analisados, 14,29% (6.901) foram classificados como pertencentes a aglomerados subnormais. Todavia, os números se mostraram bastante heterogêneos entre o conjunto dos bairros, visto que Edson Queiroz / Sabiaguaba, por exemplo, apresentaram em média 25,66% dos domicílios em situação de aglomerados subnormais, ficando o percentual mais elevado com o bairro Sapiranga / Coité, onde 34,31% dos domicílios, de um total de 5.318, estavam nessa condição, como pode ser visualizado na Tabela 17.

Apesar de serem classificados como bairros de classe média, onde há grande atuação dos proprietários fundiários e especuladores imobiliários destinando a ocupação para grupos sociais de alto poder aquisitivo, os dados revelam fortes contrastes sociais que se materializam espacialmente nos bairros, onde a

exclusividade no uso e ocupação do espaço por determinados grupos não é ainda homogêneo, apresentando-se heterogênea nas próprias estruturas e padrões de moradia.

TABELA 17 – Domicílios em aglomerados subnormais

Bairros de Fortaleza drenados pela Bacia do rio Coaçu	Domicílios			
	Tipologia	Total	Domicílios em aglomerados subnormais	
Eng. Luciano Cavalcante / Parque Manibura	Superior	5.230	65	1,23%
Cidade dos Funcionários / Cajazeiras	Médio Superior	6.593	378	5,74%
Edson Queiroz / Sabiaguaba	Médio	5.338	1.370	25,66%
Lagoa Sapiranga / Coité	Médio	5.318	1.824	34,31%
Parque Iracema / Cambeba / Alagadiço Novo	Médio	5.049	76	1,50%
Lagoa Redonda	Inferior	5.163	839	16,24%
Messejana	Popular Operário	9.450	452	4,78%
Curió / Guajeru / Coaçu	Inferior	4.339	1.520	34,56%
Ancuri / Pedras / Paupina	Popular Operário	8.200	378	4,61%

Fonte: IBGE - Censo, 2000; Observatório das Metrôpoles (METRODATA). Org. por Lima, 2010.

Embora tenha havido a atuação do Estado, dos empresários e dos especuladores imobiliários acelerando o processo de ocupação daquela porção da cidade para camadas de alta renda, um fator que explica essa diferenciação socioespacial é a implantação do Conjunto Alvorada em 1971, na divisa entre os bairros Sapiranga / Coité e Edson Queiroz, e a formação da favela do Dendê, no final da década de 1960, no bairro Edson Queiroz.

A criação do Conjunto Alvorada fez parte do projeto de remoção de favelas, proposto pelo Plano de Desenvolvimento Integrado para a Região de Fortaleza – PLANDIRF em 1970. Segundo Costa (2005), a população residente do Conjunto Alvorada ocupava uma antiga favela na avenida Estados Unidos (hoje av. Virgílio Távora) e uma outra na av. Senador Machado, bairro da Aldeota, sendo então transferida para o bairro Sapiranga / Coité e Edson Queiroz. Como a população estava ocupando um bairro de classe superior, no caso, a Aldeota, já densamente ocupado, tornava-se um incômodo naquele período, para o grupo de renda mais elevada, habitar o mesmo espaço dos grupos de menor renda.

No final da década de 1970 e início dos anos 1980 outras famílias começaram também a ocupar os espaços vazios, que seriam as terras públicas ou áreas verdes nos bairros Edson Queiroz, Sapiranga / Coité e Lagoa Redonda, além dos terrenos de famílias tradicionais sem utilização naquele momento. Essa ocupação propiciou a formação de favelas e dos primeiros núcleos favelados da área. As principais favelas e núcleos favelados existentes são: Dendê, Lagoa Seca e

Campo do Alecrim, além do Conjunto Alvorada, que juntos em 1992, já somavam 3.398 famílias (SECRETARIA DO TRABALHO E AÇÃO SOCIAL, 1992).

Para essa Secretaria, favela é definida como aglomerado de habitações precárias, especialmente desordenadas, em contraste com o traçado urbano da área, ocupando terreno de propriedade de terceiros, em sua maioria, desprovidos de condições de infraestrutura, com número de habitações igual ou superior a 25. Como núcleos favelados são compreendidos os adensamentos com as mesmas características, embora com número de habitações inferior a 25.

A favela do Dendê pouco se diferencia em sua estrutura física e das condições socioeconômicas das demais favelas existentes em Fortaleza. Segundo Braga e Barreira (1991), o contingente populacional ali localizado desde 1969 é composto em sua maioria por população de origem rural, grande parte removida ou expulsa de outras favelas, como: Verdes Mares, Dom Luiz, Cervejaria Brahma, Cidade 2000, Hospital Geral de Fortaleza e Praia do Meireles.

Essa favela localiza-se no extremo norte da área de delimitação da Bacia do Coaçu, sendo considerada a maior favela, com uma área de 40,9 mil m², possui mais de 13 mil habitantes e uma densidade demográfica média superior a 37.500 hab / km² (IBGE, 2009). A Figura 35 mostra a área poligonal da favela do Dendê, em vermelho, e seu padrão ocupacional composto por pequenas habitações.

É notável a forte pressão dos especuladores, empresários e do próprio Estado na tentativa de expulsar ou, novamente, remover as famílias das favelas e dos núcleos favelados. Entretanto, é necessário ressaltar que existe um reconhecimento pelo Poder Público, legitimando as ocupações mediante projetos de urbanização, como ocorreu no Dendê no final da década de 1980 (SECRETARIA DO TRABALHO E AÇÃO SOCIAL, 1992).

A dinâmica espacial destes aglomerados se explica, por um lado, pela pressão exercida através dos donos de terra e, por outro lado, pela ação do poder público que, algumas vezes, remove a população a fim de abrir novas ruas e avenidas e construir praças, viabilizando assim uma política de urbanização, que em muitos casos atende aos interesses de grupos (minoritários) imobiliários em contraposição aos interesses da grande maioria da população. (BRAGA e BARREIRA, 1991, p. 142-143).

A apropriação de determinada unidade espacial por população socialmente homogênea é algo que os grupos sociais de maior renda estão constantemente buscando (SOUZA, M.L., 2000), ou seja, uma exclusividade da dominação e produção de determinado espaço.



FIGURA 35 - Área poligonal da Favela do Dendê (em vermelho). No canto superior esquerdo, *campus* da Universidade de Fortaleza - UNIFOR; no canto superior direito, manguezal e salinas desativadas dos rios Coaçu / Cocó.

Fonte: Google Earth, 2009 e trabalhos de campo.



As Figuras 36 e 37 são bem evidenciadoras desse processo, onde através da construção do centro comercial “Via Sul” na av. Washington Soares, por exemplo, boa parcela de um dos aglomerados subnormais da região foi retirada, e que, com a construção e expansão do estacionamento, as habitações se reduziram a meia quadra da área que antes ocupavam.

Apesar da resistência dos moradores das favelas e núcleos favelados em continuar habitando nesses bairros, a exclusividade pelos grupos de maior renda está sendo conquistada de forma gradual e silenciosa por meio de indenizações àqueles moradores para instalação de novos condomínios horizontais, mansões e equipamentos comerciais, sem que haja a ocorrência de “conflitos” entre os grupos, imprimindo naquela região uma segregação residencial que designa

[...] formas de segregação socioespacial fundadas no controle institucional de recursos que desfrutam certas categorias para a manutenção ou ampliação de barreiras ao contato físico e social e, ao mesmo tempo, na imposição legítima ou não de uma ordem simbólica fundada na crença compartilhada que as pessoas não são naturalmente iguais. (RIBEIRO, 2000. p. 11-12).



FIGURA 36 – Resistência de moradores do aglomerado subnormal (canto inferior direito) mesmo após a construção do *shopping* “Via Sul” (à esquerda) e do estacionamento.

Fonte: Lima, 2009.



FIGURA 37 – Característica ocupacional do aglomerado subnormal atrás do *shopping* “Via Sul”.

Fonte: Lima, 2009.

Ribeiro (2000) acentua que a segregação socioespacial assume o papel de reprodutora das desigualdades no que diz respeito à distribuição do poder social, sociedade, entendido este como a capacidade diferenciada dos grupos e classes em desencadear ações que lhe permitam disputar os recursos e os espaços urbanos.

Para Carlos (2006),

A construção de condomínios – como signo da separação entre aqueles que se consideram iguais – é o estabelecimento da igualdade em meio à diversidade, do ponto de vista do capital, revela uma estratégia imobiliária decorrente do desenvolvimento da cotidianidade passiva e “sem conflitos” como condição da reprodução social. (P. 50).

Com relação aos bairros Curió, Guajeru e Coaçu, diferentemente dos bairros Edson Queiroz, Sabiaguaba e Sapiranga / Coité, que, apesar de possuírem índices elevados de habitações em situação de aglomerados subnormais, são

habitados essencialmente por camadas sociais de alta renda, enquanto aqueles, que também apresentaram alto índice de habitações em aglomerados subnormais (34,56%, ou seja, 1.520 domicílios de um total de 4.339 pesquisados), são bairros periféricos tanto em seu contexto espacial como social, habitados fundamentalmente por camadas de baixa renda, estando, em razão deste fator, numa mesma área de Expansão de Dados – AED.

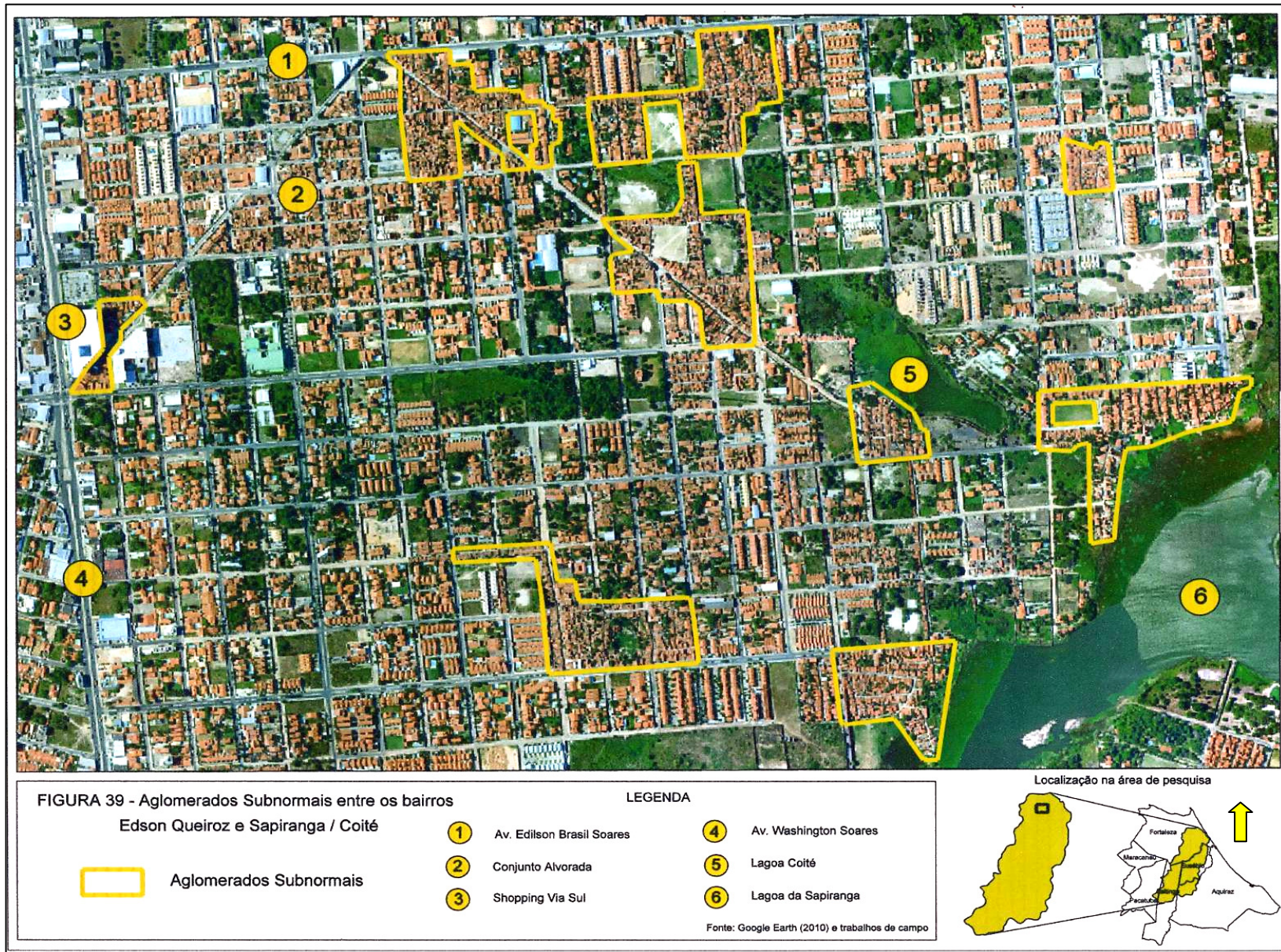
Ressalta-se que muitas dessas favelas e núcleos favelados estão em áreas ambientalmente desfavoráveis à população residente, sujeitas à inundação e à contaminação de doenças por veiculação hídrica, como ocorre nas proximidades da lagoa Redonda, no bairro homônimo, na faixa de mangues do rio Cocó / Coaçu, local de expansão da favela do Dendê, lagoa da Sapiranga, dentre outros rios, riachos e lagoas.

Para se ter dimensão dessa problemática ambiental dos aglomerados subnormais em áreas ambientalmente desfavoráveis, no setor censitário da margem esquerda da Lagoa da Sapiranga, por exemplo (Figura 38), habitam mais de 1.350 pessoas, onde 98,67% dos domicílios, de um total de 300, não possuem esgotamento sanitário ligado à rede geral e nem mesmo fossa séptica, sendo os esgotos lançados *in natura* na Lagoa. E 215 (71,7%) responsáveis pelas famílias, de um total também de 300, possuíam cinco anos ou menos de estudos, sendo que, destes, 74 não tinham instrução ou possuíam menos de um ano de estudo e 256 deles recebiam até dois salários mínimos.



FIGURA 38 – Aglomerados subnormais à margem esquerda da lagoa da Sapiranga.
Fonte: Lima, 2009

Na Figura 39 visualiza-se a distribuição dos aglomerados subnormais entre os bairros Edson Queiroz e Sapiranga / Coité em meio a condomínios de alto padrão presentes nesses bairros.



Assim, na dimensão da Bacia, vários são os modos como os diferentes grupos agem modificando o espaço mediante as práticas socioespaciais excludentes. Essa modificação e a conseqüente diferenciação resultam do sistema econômico vigente e do modelo de produção e consumo do espaço que em certos momentos permite identificar e perceber a valorização e em outros a desvalorização de determinados espaços, o que reflete as relações sociais de apropriação por determinados setores da sociedade e a desapropriação por outros.

Conforme Carlos (2006),

[...] o movimento do processo de produção da cidade que se realiza ao longo do processo histórico como obra civilizatória, e nesta condição revela os espaços-tempos como momentos da apropriação do homem enquanto modo de produção da vida, revela, hoje, uma prática socioespacial que antes de impor o uso tende a restringi-lo cada vez mais. (P. 50).

Esses fatores levam a compreender a existência do acesso desigual dos diferentes grupos sociais aos serviços básicos necessários ao bem-estar humano (saúde, educação, lazer, segurança e saneamento básico), refletindo as condições sociais e de poder de apropriação por parte de cada grupo. Apresenta ainda uma renúncia do Estado perante os grupos excluídos desses serviços básicos, deixando-os vulneráveis ambientalmente, ao mesmo tempo, permitindo que empresários, especuladores e proprietários fundiários pressionem aqueles grupos na busca da sua expulsão. Isto propiciará, posteriormente, os principais interesses desses agentes, que são a homogeneização social e a maior valorização de suas terras.

4.6 Incorporação e transformação da natureza como mercadoria imobiliária

Grande parte do que ainda resta de áreas naturais conservadas na bacia hidrográfica do rio Coaçu, principalmente entre os Municípios de Fortaleza e Eusébio, estão sob domínio da iniciativa privada ou sob um controle parcial do Poder Público, sendo transformadas constantemente em ambiente construído.

A natureza, interpretada como barreira física de limitação ao crescimento urbano no final da década de 1960, e que sob a defesa de um “progresso” que buscava transformar o solo em espaço construído a qualquer custo, sob negligência

de proteção das áreas naturais, é recriada sob um novo aspecto da produção do espaço, transformada em símbolo de qualidade de vida e incorporada velozmente pelos agentes imobiliários como objeto de alto poder de valorização de imóveis.

Essa mudança de concepção e de utilização da natureza produz uma busca desenfreada pela exclusividade de instalação de empreendimentos imobiliários, que, devido ao patrimônio paisagístico e geoambiental ainda existente, tem tornado todo o baixo curso do rio Coaçu sonho de consumo almejado pela parcela da população que pode usufruir-la e pagar por seu alto preço.

Em razão desses fatores, esse setor da bacia se transformou em alvo principal dos especuladores e proprietários fundiários por concentrar os bairros das camadas sociais de mais alta renda, que inclui também o Município de Eusébio, além de inúmeros equipamentos públicos e privados, comerciais e de serviços, indutores do processo de ocupação e expansão urbana.

Concorda-se com Ribeiro (1997), ao acentuar que o que passa a ser vendido não são apenas 'quatro muros', mas também um '*ticket*' para o uso desse sistema de objetos e, claro, da natureza, onde a localização do empreendimento está sendo decisiva para a fixação dos preços e condições diferenciais de comercialização. Isso pode ser comprovado pelo "boom" imobiliário pelo qual passa a região.

Em entrevista ao O Povo ainda em 2008, o vice-presidente do Sindicato das Indústrias de Construção Civil do Ceará – SINDUSCON afirmou que um imóvel de 300 m², por exemplo, que na década de 1990 custava em torno de R\$ 90 mil reais, nos dias atuais, o mesmo imóvel custa mais de R\$ 300 mil reais, ou seja, uma valorização superior a 300%.

Conforme pesquisa de preços realizados em lançamentos de novos condomínios verticais em fevereiro de 2010, contatou-se que um apartamento de 75 m² em quadras próximas à avenida Washington Soares, onde se localizam os principais equipamentos, custa em média R\$ 220 mil reais, e de 130 m² em torno de R\$ 400 mil reais. E o metro quadrado, sem nada construído na Avenida, situa-se entre R\$ 2 mil a R\$ 3 mil reais. Já os apartamentos localizados com frente exclusiva para áreas verdes da região variam em média de R\$ 950 mil a 2 milhões de reais. Ressalta-se que dos empreendimentos imobiliários pesquisados, 70% tiveram seus imóveis vendidos ainda no lançamento.

Os preços imobiliários evidenciam não somente como a natureza tem sido apropriada privativamente por uma pequena parcela da sociedade, mas também, como bem exprime Ribeiro (2000), tem se tornado o mecanismo central de distribuição da população no território da Cidade, significando o reforço das desigualdades de renda sociais na organização do espaço urbano.

As camadas sociais de média e alta renda tornaram-se, desta forma, um público bastante disputado pelos especuladores imobiliários, que buscam a cada dia implantar novos projetos de condomínios de luxo, principalmente horizontais, e mansões, atendendo a uma demanda crescente de consumidores, incorporando e se beneficiando das áreas verdes e de proteção ambiental da região como o Parque Ecológico do Cocó e a APA da Sabiaguaba.

Segundo Rodrigues (1998),

O “meio ambiente natural” tem sido (re)incorporado como demonstrativo de qualidade de vida que pode ser comprada como: o “ar puro” e/ou a possibilidade de morar próximo ao “verde”, ao sossego etc. dos loteamentos “modernos” ou ao lazer dos parques públicos ou de prédios “inteligentes”. É também incorporado pela medida de quantidade de “verde” disponível por habitante. (P. 106-107).

Sob o discurso de empreendimentos ecológicos, no qual são exaltados componentes como qualidade de vida, *status*, felicidade, bem-estar e integração à natureza, dissimulam-se os reais interesses e intencionalidades de apropriação privada da natureza, que passa a ser assimilada pelo mercado imobiliário como fatores atrativos ao público consumidor, possibilitando, assim, maior retorno de lucro, em decorrência da alta valorização desses empreendimentos.

A exaltação do discurso ecológico e a utilização de elementos da natureza como potencial atrativo para venda é identificado claramente no material publicitário disponibilizado pelos projetos imobiliários, presente até mesmo no nome dos condomínios, tendo como principal interesse associar o condomínio ao rótulo de ecológico e o verde da região como objeto de consumo.

Nas imagens dos *folders* ou do material publicitário dos jornais de grande circulação, encontram-se frases que exaltam esses aspectos, como: “Natureza, beleza e modernidade muito além do que você já imaginou”; “Uma vista que vale por mil elogios”; “Natureza, esporte e lazer em um único lugar”; “A melhor vista da cidade está pronta para ser sua. E para sempre”; “25.6 mil m² de Áreas Verdes”;

“Assista de camarote este espetáculo da natureza”; “Viver bem faz parte da sua natureza”; “More perto de tudo que é bom”.

A Figura 40 sintetiza, por meio de vários materiais publicitários, como a natureza está sendo incorporada pelo mercado imobiliário, somando-se aos aspectos de localização de equipamentos como fatores primordiais para venda de imóveis. Mostra, ainda, importantes matérias publicadas que configuram o atual processo de transformação ambiental da bacia do Coaçu na Zona Leste de Fortaleza.

Scifoni (2008) ressalta que, em muitos casos, o ecológico é somente um rótulo para uma mercadoria nova cuja apropriação e produção se encarregam de colocar a natureza apenas como um signo a ser vendido.

Isso pode ser visto por meio de empreendimentos conceituados como clubes privativos residenciais com cenário de lazer completo e exclusivo para aqueles que podem pagar por seu alto custo. Trata-se, na realidade, segundo Scifoni (2008), de um simulacro da natureza, já que a viabilização dos projetos geralmente transforma tudo ao redor, deixando apenas alguns rastros do que foi a situação original.

O modo de relacionamento com a natureza é nada mais do que uma relação de dilapidação, de apropriação privada, que submete os elementos naturais às conveniências do mercado imobiliário, da busca do lucro e de conquista de potenciais consumidores. Em suma, uma apropriação da natureza com fins meramente lucrativos, em que a prioridade é a acumulação de capital, mesmo que isso signifique desrespeito às normas legais de proteção ao meio ambiente e ocasione degradação ambiental.

Sem o devido respeito aos critérios e restrições estabelecidos pela legislação ambiental e pela Lei de Uso e Ocupação do Solo, principal instrumento utilizado para o ordenamento do espaço, o mercado imobiliário obstrui e altera profundamente as áreas naturais remanescentes, áreas estas que concentram, hoje, parte substancial dos delitos causados por esse mesmo mercado e pelo conjunto da sociedade contra os elementos naturais, o que ocasionou uma difícil situação de controle por parte do Poder Público que, contraditoriamente, tem permitido as ocupações, em sua maioria, irregulares.

More perto de tudo que é bom.
No melhor do bairro Edson Queiroz.

arvoredo
CONDOMÍNIO CLUBE

148m² e 182m²

3 e 4
Suítes

FIORETO
HOME CLUB

70m²

3 Quartos
e 1 Suíte



OBRAS INICIADAS

ASSISTA DE CAMAROTE ES
Vista eterna

Edifício Tulipe du Parc. Viver bem faz parte da sua natureza.

Fachada

Varanda do apartamento

Bowl para skate

Academia

8 FORTALEZA (O POVO)

FORTALEZA-CE, SEGUNDA-FEIRA, 20 de novembro de 2009

Cadê o verde que estava aqui?

EXPANSÃO DE FORTALEZA | Os espaços verdes de Fortaleza diminuíram assustadoramente nas últimas décadas. A expansão da cidade engoliu áreas de mangue e dunas e aterrou lagoas. O desenvolvimento da metrópole continua. É preciso encontrar maneiras de equilibrar a urbanização e a natureza, seja garantindo a proteção da mata nativa, seja investindo no plantio de novas árvores e plantas.

Marlene Tonelli
de Fortaleza

Um lapso verde se estende em direção aos prédios. Pulgaço de mangue na cidade que vem decréscimo sua mata nativa com velocidade espantosa. Em 2008, Fortaleza conservava 62,7% da vegetação original. Hoje, a taxa caiu para 30,9%. Em 2002, apenas 200%. Não se preocupam pouco por ainda pouco. Os dois primeiros indicadores dados da Estação Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sednor) e o último levantamento está no Instituto Ambiental de Reciclagem e Meio Ambiente (Iama) de Fortaleza, coordenado pelo Secretário Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano (Siveram), ainda na gestão do ex-prefeito José Magalhães. "Isso é resultado da imprudência errada, da falta de con-

22 <O POVO> FORTALEZA-CE, SEGUNDA-FEIRA - 19 DE MAIO DE 2006

Economia

Zona Leste vira sonho de consumo

<IMÓVEIS> A zona leste de Fortaleza virou sonho de consumo para quem é da classe média e procura imóveis novos. Além da opção de condomínios horizontais, a região também tem uma grande diversidade de faixas de preço: os produtos vão de R\$ 60 mil a R\$ 600 mil

Sélio Moura
de Fortaleza

Numa década de 2000, uma casa de cerca de 200 m² construída em um bairro como Cambé, Edson Queiroz ou Cidade dos Funcionários custava em torno de R\$ 90 mil. Hoje, o mesmo imóvel pode valer até R\$ 300 mil. Essa variação, atribuída pelo vice-presidente da área imobiliária do Sindicato da Indústria de Construção Civil do Ceará (Sindcon-CE), André Montenegro, dá uma ideia do fenômeno que está ocorrendo na zona leste da cidade. Com o adensamento de bairros nobres como Mercedes e Aldeota, a região virou o sonho de consumo da classe média e passou a atrair milhares de passantes a cada dia com cada vez mais atenção.

"Até o fim do ano, dois mil apartamentos e 500 casas devem ser ofertados na região", revela André, lembrando que, junto com os imóveis novos, serviços como escolas, restaurantes, comércio e shopping centers também têm se estabelecido por vários pontos que dividem juntos áreas de lazer e espaços de convivência.

Essa boom da zona leste trouxe preços de surpresa até quem já apostava na região mas não tinha ideia de que o crescimento seria tão acelerado. A Parus Freire Engenharia iniciou, em 2006, o condomínio Parque do Sol, um complexo formado por vários prédios que dividem juntos áreas de lazer e espaços de convivência.

(+) NÚMEROS

R\$ 90 MIL
ERA O PREÇO DE UMA CASA DE 200 m² HAZELADA EM 2000

R\$ 300 MIL
É PREÇO DA MESMA CASA HOJE

O projeto inicial era oferecer em torno de dois mil apartamentos. Ele revela, ainda, os custos: "Um dos objetivos do projeto Parque do Sol é resgatar, para as áreas, um fato que era nos últimos tempos em que o mercado imobiliário, não o modo de vida, não os valores compartilhados, não os valores da comunidade fechados mas os valores do empreendimento, o Parque do Sol já prevê dois centros comerciais, uma academia, pista de cooper e segurança, resoluções de mil metros, restaurante e até quadra de tênis. "Vamos criar um bairro funcional hoje".

Ele revela, ainda, os custos: "Um dos objetivos do projeto Parque do Sol é resgatar, para as áreas, um fato que era nos últimos tempos em que o mercado imobiliário, não o modo de vida, não os valores compartilhados, não os valores da comunidade fechados mas os valores do empreendimento, o Parque do Sol já prevê dois centros comerciais, uma academia, pista de cooper e segurança, resoluções de mil metros, restaurante e até quadra de tênis. "Vamos criar um bairro funcional hoje".

FIGURA 40 – Material publicitário de novos condomínios instalados ou em instalação na área da Coaçu e reportagens publicadas sobre o atual processo de transformação socioambiental da bacia do Coaçu na Zona Leste de Fortaleza.
Fonte: Diário do Nordeste (2010) e O Povo (2006 a 2010).

Os projetos arquitetônicos, por exemplo, se inserem na paisagem de modo arrogante, como são os casos dos altos condomínios verticais que bordejam o Parque Ecológico do Cocó, inserido em parte na bacia do Coaçu, e ou mesmo nos casos em que estão se expandindo em direção à Bacia, especificamente para a porção noroeste da APA da Sabiaguaba, “sufocando” as Unidades de Conservação compostas por uma ampla faixa de mangues, apicuns e dunas.

Paredões de arranha-céus foram e estão sendo construídos, além daqueles que já tiveram suas licenças concedidas para futuras construções (a Figura 41 é bastante ilustrativa desse processo), consolidando a apropriação privada da natureza, que, somados aos prejuízos ambientais já causados, poderão, num futuro próximo, impedir a livre circulação dos ventos para o restante da cidade, já que essa região é considerada, juntamente com a praia do Futuro, as principais “portas de entrada” dos ventos que circulam principalmente de leste e sudeste, como discutido no capítulo 03.



FIGURA 41 – Paredão de condomínios verticais instalados ao redor da faixa de mangues do Parque Ecológico do Cocó.
Fonte: O Povo, 2009.

Esse modelo de ocupação impede a utilização coletiva do meio ambiente, seja pela contemplação da paisagem pelos cidadãos, que agora são impedidos desse direito pelos grandes arranha-céus instalados, ou mesmo pela restrição ao

livre acesso da população, em virtude da privatização de amplas áreas agora cercadas ou muradas pelos empreendimentos. Essa tipologia de condomínios construídos significa, em última instância, a transformação da natureza em mercadoria, patrocinada pelo Estado, que, numa relação de *Laissez-Faire*, permite, legítima e possibilita as condições necessárias para a instalação de tais empreendimentos imobiliários.

Questiona-se, desse modo, se é adequada a perda da qualidade de vida coletiva em prol da implantação de um empreendimento imobiliário que, em hipótese, beneficia um número insignificante de indivíduos e que prejudica a sociedade, bem como o futuro da Cidade, ao reduzir significativamente áreas verdes que eram para serem protegidas, por se tratarem na maior parte dos casos em áreas de APP's, restringindo seu usufruto a quem pode pagá-las como mercadoria.

Segundo o Inventário Ambiental de Fortaleza (2003), em 1968, o Município possuía 65,79% de seu território recoberto por vegetação florestal nativa. Em 1990, esse percentual foi reduzido para 16,64%, e em 2002, restavam apenas 7,06%. Uma redução de 63% em apenas 34 anos, evidenciando o grau de aceleração da expansão urbana e a deterioração irrecuperável da fauna e flora, e que atualmente deve se encontrar com percentual bem menor e fragmentada espacialmente, visto que nada foi feito para impedir a ocupação desordenada.

O discurso de proteção ao ambiente também é largamente utilizado como meio para apropriação desigual da potencialidade paisagística da região, e que tem significado na realidade uma falsa conscientização ambiental, pois não passam de interesses que buscam a exclusividade de usufruto que essas áreas podem oferecer, ocultando de todas as formas os processos de degradação ambiental causados com a da execução dos empreendimentos. Sobre essa questão Carlos (2006) diz que,

[...] o processo de valorização constante e a curto prazo transforma a natureza em recurso natural, onde a visão do lucro rápido produz a sua degradação. Contraditoriamente, o próprio sistema que produz sua degradação faz da natureza uma nova mercadoria e nesta condição entra novamente no circuito de valorização. Este é o caso da "venda do verde" como mote para a comercialização dos condomínios e loteamentos fechados [...]. Trata-se de um processo que se reproduz tendo como consequência a deteriorização. (P. 50).

Constata-se que a grande contradição dos projetos imobiliários propostos pelos agentes desse mercado é a de que, ao mesmo tempo em que utilizam o discurso de proteção ao meio ambiente, da simbologia de condomínios ecológicos, de integração à natureza e exaltação da qualidade de vida e de *status* social, são os mesmos que têm degradado, ao longo do processo de ocupação, as áreas verdes protegidas, as dunas, os rios, os riachos e as lagoas da região.

São 40 anos de ocupação desordenada, mais intensamente produzida nos últimos 20 anos, mas que já prejudicaram em muitos casos de modo irremediável os elementos naturais, num processo de produção do espaço que ocorre sob prejuízo constante dos sistemas ambientais e conseqüentemente para o conjunto da sociedade. Para Casseti (1995), a forma de apropriação e transformação da natureza é que responde pela existência dos problemas ambientais, cuja origem encontra-se determinada pelas próprias relações sociais estabelecidas nesse processo.

A implantação de empreendimentos imobiliários tem se realizado por meio da destruição dos espaços naturais ou por meio de sua total descaracterização, como: retirada da vegetação nativa e artificialização da paisagem; empobrecimento da biota, provocando alterações físico-químicas significativas aos sistemas e subsistemas ambientais; desmontes e aterramentos, principalmente em áreas de alta fragilidade ambiental, como mangues, dunas e planícies fluviolacustres, além do total desrespeito a drenagem local, concretizando, assim, graves problemas ambientais.

Tem-se que a não-execução dos planos de regulamentação de ocupação do espaço, elaborados e aprovados pelo próprio Poder Público, foi uma das principais causas para não conter o avanço da degradação dos sistemas e transformação da terra e da natureza em mercadoria.

O que se assistiu e se assiste todavia, é à execução de uma trama de relações duvidosas e questionáveis, envolvendo interesses econômicos e políticos entre o Poder Público e a iniciativa privada, visto que prevalecem o desrespeito à legislação ambiental, o descontrole, a permissividade e a legitimação da apropriação privada da natureza, sobrepondo o interesse individual em detrimento dos proveitos coletivos.

Essa questão é notória quando, por exemplo, o Ministério Público Federal obteve, em abril de 2008, uma decisão liminar impedindo a expedição de licenças e

a construção de novas edificações num raio de 500 metros (zona de amortecimento da Unidade de Conservação) ao redor da área onde definitivamente será implantado a poligonal do Parque Ecológico do Cocó, uma vez que este não existe juridicamente; porém, o próprio Governo do Estado do Ceará obteve, junto ao Tribunal Regional Federal da 5ª Região, a suspensão da medida liminar, retirando a proteção de 500 metros ao redor do Parque, suscitando, deste modo, dúvidas dos reais interesses do Estado.

Atrás desses fatores se escondem a conveniência e a imprudência do Poder Público ao liberar licenças absurdas para os setores imobiliários e da construção civil, consentindo atividades ilícitas e práticas de ocupação que em muitos casos foram baseadas em invasões e aterramentos clandestinos, numa atuação devastadora e imprudente da iniciativa privada, desrespeitando e negando por completo a legislação vigente. Esse processo evidencia, em essência, segundo Scifoni (2008), a manutenção e promoção de usos seletivos do espaço e um reforço à hierarquização socioespacial.

A transformação “violenta” por que tem passado a bacia hidrográfica do rio Coaçu, principalmente nos últimos 20 anos, é reflexo não dos interesses de todos os habitantes que nela habitam, mas dos interesses daqueles que dominam o processo produtivo do mercado imobiliário e industrial, que, numa lógica de produção do espaço e utilização da natureza como mercadoria, sob forte atuação de grandes empresas, incorporadores imobiliários, construção civil, mineradores, tendo o Estado como principal viabilizador desse processo, enseja ambientes degradados.

É sobre esses e outros aspectos que o capítulo seguinte tratará de modo específico, discutindo mediante cada tipologia de uso e ocupação na Bacia, as principais alterações (impactos ambientais negativos) dos sistemas e subsistemas ambientais identificados ao longo do desenvolvimento da pesquisa, verificando também as consequências sociais ocasionadas por essas alterações.

5 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E OS PROBLEMAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

5.1 Principais tipologias de uso e ocupação e as conseqüentes alterações ambientais

Utilizando-se das informações do capítulo anterior no que se referem ao recente processo histórico de ocupação da bacia do Coaçu e dos condicionantes socioeconômicos que materializaram tal processo, discute-se neste capítulo como a sociedade, por meio do desenvolvimento de inúmeras atividades socioprodutivas, se utilizou dos elementos da natureza, e de que forma se utilizou, usufruindo ou negligenciando as potencialidades que ela oferece e que conseqüências e/ou modificações foram causadas nesses elementos.

A seguir foram caracterizados e discutidos os problemas ambientais identificados por meio de diferentes tipologias de uso e ocupação e, ao final, é apresentada a espacialização dessas formas de uso e ocupação sobre a bacia do Coaçu por meio do mapa correspondente.

5.1.1 Urbano / industrial

É sabido que o processo de urbanização e de industrialização, por concentrar-se em determinados pontos do espaço, causam diretamente a intensificação do uso do solo, descaracterizando visual, física e quimicamente os componentes da natureza, estando esses componentes mais passíveis de alteração. Quando esse processo ocorre em Região Metropolitana onde a dinâmica socioeconômica e de ocupação é mais intensa, a modificação dos sistemas e subsistemas ambientais, conseqüentemente, acontece também, podendo ser magnificados os processos de degradação ambiental.

A área de delimitação da bacia do Coaçu no contexto histórico de ocupação da Região Metropolitana de Fortaleza se configurou por muito tempo como última porção de expansão da Metrópole, ou seja, como área de reserva para o futuro crescimento da malha urbana e também industrial.

O modo, porém, como essa expansão se desenvolveu e se desenvolve   incompatível com a capacidade de suporte dos sistemas ambientais em absorver

com tamanha rapidez e ferocidade a transformação e submissão das áreas naturais ainda remanescentes naquela região à expansão urbana e industrial. Na Bacia, essas tipologias de uso são responsáveis por 47,06 % da área total, o que corresponde a 92,79 km², sendo, portanto, as tipologias de uso predominante sobre o espaço da Bacia, conforme Figura 50 ao final do capítulo.

A instalação das grandes vias de acesso permitiu a abertura de caminhos para ocupação, sendo precursora da expansão urbana e industrial, uma vez que as zonas de expansão dos núcleos urbanos que tiveram uma ocupação mais imediata são justamente as localizadas próximas às grandes rodovias/avenidas, onde as faixas de terras foram e/ou estão passando por processo rápido de parcelamento do solo. Ademais, desses núcleos anteriormente existentes, as vias de acesso possibilitaram o surgimento e formação de núcleos ou o crescimento de outros.

O crescimento indisciplinado não somente das sedes municipais, mas também dos núcleos urbanos de Jabuti, Pedras e Gereraú em Itaitinga; Camará, no Município de Aquiraz; Mangabeira e Jabuti em Eusébio (visualizados na Figura 03 – Mapa de Básico da Bacia do Coaçu), se configura, na área de delimitação da Bacia, como vetor espontâneo e não planejado de expansão urbana e industrial, consequência também do processo de espraiamento da dinâmica urbana de Fortaleza, e que ocorre sem o acompanhamento da instalação de infraestrutura necessária à demanda, caracterizando-se como áreas de crescente adensamento populacional e que estão exercendo forte pressão sobre as áreas de proteção ambiental.

Esses fatores, somados à concentração da atividade industrial, sobretudo na BR-116, que se configura como principal corredor dessa tipologia de atividade, e a deficiente fiscalização e ausência de ordenamento de usos e ocupações por parte do poder público, têm sido responsáveis por inúmeros impactos ambientais e socioeconômicos identificados.

O crescimento desordenado, atrelado às diferentes tipologias de apropriação do espaço, resulta na estruturação de um ambiente urbano de baixa qualidade e ambientalmente desfavorável, em que não são respeitadas as legislações vigentes, sejam ambientais ou especificamente urbanas. As águas superficiais, principalmente no que se refere ao sistema de drenagem local, estão sendo completamente negligenciadas pelos diversos agentes produtores do espaço.

Decorrem desses fatos agressões violentas aos recursos hídricos e ao ambiente de entorno, como são os casos flagrantes do córrego Água Fria, riacho das Lavadeiras e o pequeno rio formado pelos sangradouros das lagoas de Messejana e Jacarey. Todos eles são afluentes do rio Coaçu, fazendo parte do sistema de macrodrenagem da Bacia.

Os casos de imprudência aos sistemas são bastante parecidos e são exemplos recorrentes do que está acontecendo em toda a bacia do Coaçu. No caso específico do riacho das Lavadeiras, que cruza a avenida Washington Soares (canalizado em vertedouro subterrâneo sob essa avenida, próximo ao Fórum Clóvis Beviláqua), o proprietário de um dos terrenos localizado às margens canalizou o riacho, deixando retilíneo por meio de uma galeria de concreto de 160 metros de extensão, além de ter desviado o leito e aterrado a área de inundação sazonal, segundo denúncias feitas pelo O Povo ainda em 2007. O proprietário não tinha licença ambiental para realizar a canalização e o aterramento, mesmo assim a obra foi concluída e ainda hoje tramita a ação judicial que exige que a obra seja desfeita e o rio tenha seu leito recuperado.

Com relação ao córrego Água Fria, uma grande área de inundação tem sido aterrada para dar lugar a uma avenida e posterior loteamento, entre as estruturas da loja *Tok & Stok* e do Colégio Irmã Maria Montenegro, também na av. Washington Soares. Uma empresa contratada pelo proprietário do empreendimento iniciou o processo de desmatamento da vegetação, terraplanagem, abertura de arruamento e obras de canalização e drenagem no local, confinando o córrego a bueiros que estão sendo instalados. A foto 01 na Prancha 01 evidencia essa problemática, mostrando caminhões e máquinas trabalhando no local.

O rio formado pelos sangradouros das lagoas de Messejana e Jacarey já está completamente modificado. A vegetação que recobria e que representava obstáculo ao parcelamento do solo para instalação de empreendimentos imobiliários e comerciais do local foi degradada, e o rio, antes com curvas naturais, ficou reduzido a canais artificiais retilíneos (fotos 02 e 03, prancha 01), e o leito natural foi desviado em diversos pontos e em ângulos que formam 90°, reduzindo significativamente sua vazão, além de causar inundações nos períodos chuvosos.

A foto 04, prancha 01, mostra também o aterramento da margem direita do próprio rio Coaçu, em uma área de mais de 100 m² para construção de um clube de forró, no limite entre Fortaleza e Eusébio, cuja obra felizmente foi embargada em

dezembro de 2008 pela SEMACE. A foto 05, próximo à mesma área, mostra o aterramento para construção de condomínio e lago artificial na área de inundação do Coaçu, a 20 m em média do rio.

O Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana previa em 1978 que mesmo em áreas não urbanizadas, observavam-se alagamentos, constituindo-se em problema potencial quando da futura ocupação dessas áreas, que, embora desocupadas, já estavam em crescente cooptação no mercado imobiliário já naquela época (AUMEF, 1978).

Cunha (2006) chama atenção para o fato de que ajustes-adaptações de rios que sofrem mudanças em razão da atividade social podem ser de tipos diferentes e espacialmente descontínuos. Segundo essa autora, as formas dos canais em áreas urbanas refletem como indicadores o estado de equilíbrio ou de degradação de uma bacia hidrográfica.

A bacia do Coaçu possui um sistema de macrodrenagem constituído por inúmeras lagoas e açudes interligados pelos sangradouros que no sistema drenam e deságuam suas águas para o rio Coaçu, destacando-se: Messejana, Jacarey, açude Colosso, lagoa Redonda e lagoa da Sapiranga em Fortaleza; lagoa do Lazer (Gereraú); açude do Jabuti e lagoa do Ancuri, em Itaitinga; lagoa do Camará, em Aquiraz; açude Perigoso, lagoa do Parnamirim e lagoa do Eusébio, no Município homônimo, são as maiores lagoas/açudes e principais exemplos desse sistema de macrodrenagem.

Segundo Souza (2000), essa grande quantidade de espelhos lacustres e fluviolacustres denotam uma boa disponibilidade de água subterrânea, uma vez que a origem delas está relacionada também à elevação do lençol freático, que chega a tangenciar a superfície terrestre.

A drenagem superficial, entretanto, que antes se processava de modo natural, hoje se encontra alterada em razão das negativas e recorrentes interferências sociais. Assim como nos exemplos retrocitados, nessas lagoas, açudes e rios que as interligam, também tem ocorrido desmatamentos das matas ciliares, aterramentos indiscriminados; dragagens e canalizações são realizadas frequentemente para dar lugar a um novo e luxuoso condomínio, mansão, unidade industrial, alargamento ou implantação de estradas e avenidas etc., muitas das quais sem licença ambiental e em total desrespeito ao que preconiza o Código Florestal – Lei 4.771/65 e a Resolução CONAMA n° 303 de 20 de março de 2002.

O Art. 1º, II, da Lei 4.771/65, define Área de Preservação Permanente:

II. Área de Preservação Permanente – APP: é a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função fundamental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e o bem-estar das populações humanas.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, nº 303 de 20 de março de 2002, propõe parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente – APP, que especificamente para os sistemas ambientais da Bacia estão discriminados nessa Resolução da seguinte forma:

Art. 3º - Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

- I. em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:
 - a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
 - b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
 - c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
 - d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
 - e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;
- II. ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;
- III. ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:
 - a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
 - b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;
- IV. em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do espaço brejoso e encharcado;
- X. em manguezal, em toda a sua extensão;
- XI. em duna;

O não-respeito à legislação, aos limites estabelecidos para áreas legalmente protegidas, é evidência constante em toda a bacia hidrográfica do rio Coaçu. Boa parte das APP's, além de se encontrarem degradadas, muitas estão demarcadas como propriedades privadas, ou como área de reserva, para futura construção de residências, uma vez que são encontrados muros dentro de lagoas e rios como forma de demarcação de terrenos particulares, conforme fotos 06, 07, 08, 09 e 10 da Prancha 01, quando na verdade são bens públicos pertencentes a toda a coletividade, e que deveriam estar asseguradas desse modelo de ocupação.

Os Tabuleiros Pré-Litorâneos, por exemplo, dominam a quase totalidade da Bacia hidrográfica, 150,53 km², o que corresponde a 76,25% da área total da Bacia; são as áreas mais propícias para a ocupação, para o processo de urbanização, uma vez que não apresentam maiores empecilhos, por ser uma feição geomorfológica plana com ausência de encostas íngremes.

As consequências mais danosas estão ocorrendo sobre as planícies de inundação sazonal, ambientes de transição entre as planícies fluviais, fluviolacustres e os tabuleiros, que em razão dos aterramentos estão perdendo a capacidade de reter água das chuvas, pois constituem áreas de espraiamento dessas águas.

Se a morfologia dos tabuleiros costeiros não propicia maior dissecação pela ação fluvial, ela facilita a existência de reservatórios de águas paradas, do tipo lagoas, sobretudo em setores em que os depósitos Barreiras expõem um fácies argiloso mais desenvolvido sotoposto aos pacotes arenosos superficiais. (CLAUDINO SALES, 2003, p. 90).

O que se questiona, no entanto, é o modelo de urbanização que está sendo imposto e que se configura por uma produção do espaço que não tem respeitado qualquer tipo de proteção aos solos, à vegetação e aos recursos hídricos da Bacia. Soma-se a isto o fato de que as características geológicas e geomorfológicas dificultam a infiltração mais acentuada das águas pluviais, atuando como camada impermeável, que propicia a formação de um rico lençol d'água subterrâneo relativamente superficial, onde os solos são facilmente encharcados, principalmente no período chuvoso, contribuindo para possíveis alagamentos.

A preservação dos fundos dos vales, com a adoção adequada da Lei Federal 4.771/65, poderia ter impedido as ocorrências desastrosas verificadas nos sistemas de drenagem, assegurando a manutenção do equilíbrio desses sistemas. O que se verifica, no entanto, é a sua completa alteração para instalação de empreendimentos já citados, e acabam impedindo a utilização para outros fins, como lazer, esportes náuticos, paisagismo, controle de enchentes etc.

Em outras áreas legalmente protegidas, a situação também não é diferente e não escaparam ao processo de urbanização e industrialização em curso – pelo menos foi o verificado em fotografias aéreas, bem como foi constatado por meio das pesquisas de campo. Tais são os casos das Unidades de Conservação da área: Parque Municipal Natural das Dunas da Sabiaguaba (Decreto Municipal nº 11.1986/2006); Área de Proteção Ambiental – APA da Sabiaguaba (Decreto

Municipal n° 11.987/2006); Parque Ecológico do rio Cocó (Decreto estadual n° 20.253/1989; Reserva Ecológica Particular (REP) da Lagoa da Sapiranga (Lei n° 12.616 de 26/08/1996) e a mais recentemente criada Floresta do Curió, considerada como Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), que ocupa 57 há da área da Bacia. A Tabela 18 especifica as áreas destinadas à proteção ambiental da Bacia e as principais diretrizes de uso propostas.

Segundo a Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000, a qual instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, no *caput* do Art. 15, – define Área de Proteção Ambiental (APA) como sendo:

[...] uma área em geral extensa, com **um certo grau de ocupação humana** [grifo nosso], dotada de atributos abióticos e bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. (SNUC, 2000).

Embora o referido Art. 15 do SNUC não defina esse “certo grau de ocupação humana”, o que admite dúvidas e questionamentos a respeito, verifica-se que a proteção e o disciplinamento do processo de ocupação não estão ocorrendo nessas áreas institucionalizadas da Tabela 18. Infelizmente o que se verifica é o avanço de ocupações irregulares, contribuindo com a impermeabilização, assoreamento e até mesmo o desaparecimento desses sistemas.

É evidente ainda a problemática ambiental por meio de conflitos entre o gerenciamento dessas UC's e as comunidades locais, como é o caso da Reserva Ecológica Particular da Sapiranga, que tem dificultado a utilização da área de proteção para o lazer e pesca pelos moradores de entorno.

A Reserva Ecológica Particular da Lagoa da Sapiranga, Portaria SEMACE n° 031/97 de 03/02/1997, é uma das três reservas ecológicas particulares do Estado, e a única localizada em Fortaleza em uma área de 58,76 ha. Trata-se de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável que tem como objetivo principal a conservação da diversidade biológica da região lacustre, fluviolacustre e fluviomarinha, presentes em seu espaço, Educação Ambiental e pesquisa científica. Segundo relato dos moradores, há proibição de acesso à área para utilização de pesca artesanal, mariscagem na planície fluviomarinha do Coaçu e apreensão de objetos.

TABELA 18 – Áreas de Proteção Ambiental da bacia do Coaçu e diretrizes de uso de acordo com os planos diretores municipais

Município	Áreas de Proteção Ambiental de acordo com o Zoneamento municipal	Base Legal	Diretrizes
Aquiraz	1. Zona Especial – ZE 1.1 – Áreas de Preservação Ambiental – APAM: a) Faixas marginais dos rios, riachos, lagoas e açudes de acordo com a Lei Federal nº 4771/65, na Lei Estadual nº 10.147 e Dec. nº 20.763/90.	Projeto de Lei de Uso e Ocupação do Município (2001)	Atividades e usos permitidos nas áreas de proteção ambiental: I – Pesca e Aquicultura; II – Silvicultura, plantio e replantio de matas; III – Horticultura, fruticultura, floricultura e horto florestal; IV – Cultura de sementes e mudas V – Camping, parques verdes e aquário.
Eusébio	1. Zona Especial – ZE 1.1 – Áreas de Preservação Ambiental – APAM: a) Margens da Lagoa da Precabura correspondentes a uma faixa de 100 m, medidos a partir do nível de cheia máxima; b) Faixas marginais dos rios, riachos, lagoas e açudes de acordo com Lei Federal 4.771/65 - Código Florestal.	Plano Diretor do Município (2000)	1. Criação do Parque Ecológico da Lagoa da Precabura; 2. Recuperação de áreas degradadas nas Lagoas: Mosquito, Guaribas e Precabura; 3. Implantação do Conselho de Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente – COMUM. Atividades e usos permitidos nas áreas de proteção ambiental: I – Pesca e Aquicultura; II – Silvicultura, plantio e replantio de matas; III – Horticultura, fruticultura, floricultura e horto florestal; IV – Cultura de sementes e mudas; V – Esportes Náuticos.
Itaitinga	1. Zona Especial – ZE 1.1 – Áreas de Preservação Ambiental – APAM: a) Faixa de proteção do complexo Pacoti – Riachão – Gavião; b) Faixas marginais dos rios, riachos, lagoas e açudes. 1.2 - Área Estratégica de Exploração Mineral – AEM: a) Todas as áreas de reconhecido potencial para exploração mineral; b) Reserva de uma faixa de segurança de 200 m entre a Área de Exploração Mineral e as demais zonas ou Áreas Especiais.	Plano Diretor do Município (2000)	- Implantação de programa de controle das pedreiras Atividades e usos permitidos nas áreas de proteção ambiental: I – Pesca e Aquicultura; II – Silvicultura, plantio e replantio de matas; III – Horticultura, fruticultura, floricultura e horto florestal; IV – Cultura de sementes e mudas; V - Esportes Náuticos
Fortaleza	1. Da Política de Meio Ambiente 1.1 – Do Uso, Preservação e Conservação da Biodiversidade a) Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba; b) Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba; c) Futura criação das Unidades de Conservação: Sítio Curió; Lagoa Redonda; área remanescente de Cerrado (bairro Cidade dos Funcionários); Corredores ecológicos da Bacia do Cocó. d) Delimitação das faixas de preservação, observando as diretrizes da Lei Federal 4.771/65.	Plano Diretor do Município (2009)	Atividades e usos permitidos nas áreas de proteção ambiental: I – Realização de pesquisas científicas; II – Atividades de educação ambiental; III – Demais atividades de acordo com o conteúdo da Lei Federal 9.985 de 18 de julho de 2000.

Fonte: Planos diretores municipais (2000). Organizado por Lima (2010) com base em Scifoni (2008).

As atividades produtivas exercidas pelo setor industrial, especificamente, são uma das que mais impactam negativamente o ambiente, em razão do grande espaço requerido para instalação, da grande quantidade de recursos naturais necessários para o processo produtivo e dos resíduos gerados pela produção, que geralmente ocasionam a contaminação dos corpos hídricos, do ar e do solo, além dos fatores já relatados, com o processo de urbanização, principalmente em áreas de elevada fragilidade ambiental como nas planícies fluviais e fluviolacustres.

Concentradas nas rodovias ou dispersas sobre o restante da área da Bacia, essa tipologia de uso e ocupação favorece o crescimento urbano no entorno de onde estão instaladas de modo comumente indisciplinado. Destacam-se as indústrias de transformação, que, dentre as principais atividades desenvolvidas, estão: produtos de mineração não metálicos; metalurgia; papel/papelão; químicas; têxtil; alimentícia; bebidas; calçados, artefatos, tecidos, couros e peles (IPECE, 2009). Muitas ainda não têm a devida licença de operação expedida pelo órgão ambiental competente.

Em operação feita pela SEMACE em fevereiro de 2010, no Distrito industrial de Jabuti, entre os Municípios de Eusébio e Itaitinga, de dez empresas fiscalizadas próximas à lagoa do Jaboti, apenas três possuíam licenças ambientais. Foi comprovada a ausência de falta de equipamentos antipoluentes, utilização de madeira sem comprovação de sua origem, uso de chaminés baixas e disposição inadequada de resíduos perigosos, além de efluentes domésticos e industriais diretamente sobre o sistema de drenagem lacustre e, conseqüentemente, sobre o rio Coaçu, para onde as águas do sangradouro da Lagoa se direcionam.

Os impactos se traduzem e também se concentram dependendo da atividade exercida pela indústria, destacando-se a emissão de partículas para a atmosfera e demais emissões gasosas, poluição sonora e principalmente dos solos e hídrica.

A prancha de fotos 01, a seguir, mostra e espacializa a ocorrência dos principais impactos ambientais decorrentes das tipologias de uso urbana e industrial.



Fonte: Lima, 2008



Fonte: Google Earth (2010) e trabalhos de campo



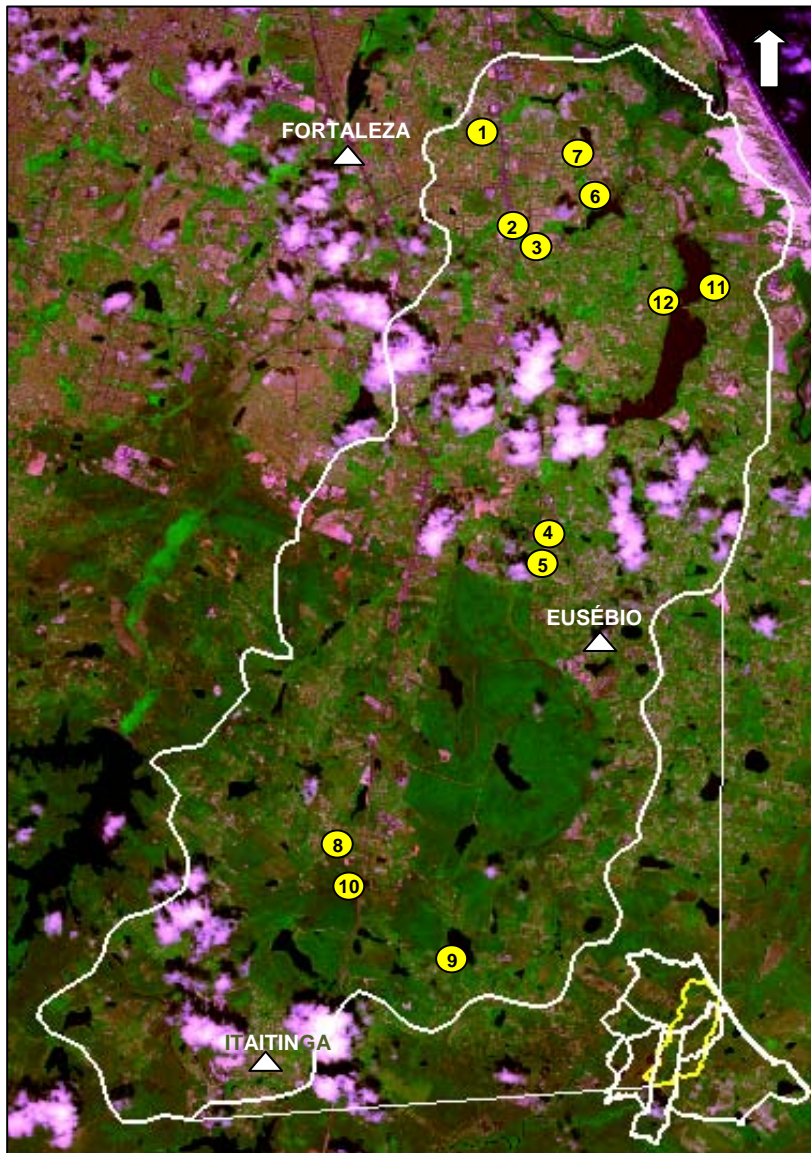
Fonte: Lima, 2009



Fonte: Lima, 2008



Fonte: Google Earth (2010) e trabalhos de campo



Fonte: SPOT-5 (2004), cedida pela SEMACE (2008). Organizado por Lima (2010)



Fonte: Lima, 2008



Fonte: Lima, 2008



Fonte: Lima, 2009



Fonte: Lima, 2009



Fonte: Lima, 2008



TÍTULO:

RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU – REGIÃO
METROPOLITANA DE FORTALEZA/CE: SUBSÍDIOS AO
PLANEJAMENTO AMBIENTAL

AUTOR: JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA

ORIENTADOR: PROF. DR. FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO

PRANCHA 01: IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DAS
TIPOLOGIAS DE USO URBANA E INDUSTRIAL

LEGENDA

- 1 Aterramento da área de inundação sazonal do Córrego Água Fria para construção de avenida e loteamento imobiliário.
- 2 Desvios do leito natural do riacho / sangradouro do Lago Jacarey e Lagoa de Messejana causados pela instalação de empreendimentos comerciais.
- 3 Retilinação do riacho / sangradouro do Lago Jacarey e Lagoa de Messejana e extinção da área de Preservação Permanente – APP.
- 4 Aterramento da planície fluvial do rio Coaçú para construção de clube de forró.
- 5 Construção de lago artificial e condomínio de alto padrão sobre a planície de inundação sazonal do rio Coaçú.
- 6 Ocupação irregular sobre APP da Lagoa da Sapiranga.
- 7 Aterramento e construção de condomínios e casas de alto padrão na planície lacustre da Lagoa da Seca.
- 8 Aterramento e construção de empreendimento ligado ao setor agropecuário na lagoa da comunidade do Jaboti – Itaitinga/CE.
- 9 Apropriação privada de área de APP e do próprio ambiente lacustre da Lagoa do Camará – Aquiraz/CE.
- 10 Demarcação de propriedade privada sobre o leito do rio Coaçú no município de Itaitinga.
- 11 Ocupação irregular em área de APP na planície flúviolacustre da Precabura.
- 12 Aterramento na área de inundação sazonal da planície flúviolacustre da Precabura

5.1.2 Recursos hídricos, poluição e contaminação de mananciais

Apesar de ser uma região marcada pela imprevisibilidade climática que se traduz em incertezas com relação à disponibilidade de recursos hídricos, a diversificação dos usos múltiplos da água não tem ocorrido com o devido respeito à capacidade de suporte dos sistemas hídricos, tanto superficiais como subterrâneos de se autoequilibrarem, em razão das enormes pressões exercidas sobre esses sistemas e que refletem alterações mais severas e complexas, muitas vezes irreversíveis.

O interesse em conservar os recursos hídricos é anterior ao desencadeamento dos problemas ambientais identificados na atualidade, expressos em de regulamentos, como o primeiro Código de Posturas de Fortaleza em meados do século XIX (CAMPOS, 1988, apud CLAUDINO SALES, 1993, p. 264):

- Art. 49 – *Prohíbe-se* absolutamente as *tinguijidas* em lagoas e *possos* de rios por serem inteiramente nocivas ao público, não só por matar a semente do peixe, como por infeccionar as lagoas; pelo que todo aquele que usar a *tinguijidas* será *condenado* em vinte mil reais...
- Art. 50 – *Prohíbe-se* absolutamente o pescar de rede, tarrafa, do mês de agosto em diante, até princípio do inverno, nas ipoeiras, *alagoas*, ou *possos* de rios d'água *doce* que não seque de *hum anno* para outro no tempo desta cidade; e o que o contrario fizer será *condenado* em trinta mil reais...
- Art. 72 – Toda pessoa livre, ou escrava, que lançar lixo ou qualquer outra *immundície* nos lagos, rios, ruas, travessas ou *beccos* desta cidade, será multado em mil reais ou vinte e quatro horas de prisão...

O interesse em conservar esses recursos hídricos decorria do fato de que não existia em Fortaleza, assim como nos municípios vizinhos, uma rede de abastecimento de água, sendo os recursos hídricos utilizados diretamente sem nenhum tipo de tratamento para a atividade de pesca, lazer, higiene básica etc.

Segundo Claudino Sales (2003), uma mudança cultural de usufruto das águas passou a ocorrer a partir de 1962, quando o serviço de abastecimento se iniciou, expandindo-se ao longo dos anos. Isto fez com que os habitantes deixassem de utilizar diretamente a água e o interesse em conservar os riachos, rios e lagoas, diminuiu, desencadeando o início do processo de degradação ambiental.

É importante destacar aquele que talvez tenha sido o maior projeto de proteção dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Coaçu. Trata-se do extinto projeto de implantação do “Complexo Metropolitano das Lagoas Sapiranga e Precabura”, desenvolvido por um convênio firmado entre a SUDENE e AUMEF a partir de 1979 (AUMEF, 1979).

Com a criação da maior área de lazer da RMF, o projeto tinha como objetivos, em linhas gerais: a perenização e preservação dos recursos hídricos; aproveitamento do potencial paisagístico; elaboração e execução do programa de amortecimento de cheias, tendo em vista a concentração e torrencialidade pluviométrica; normatização do uso e ocupação do solo como medida de contenção da especulação imobiliária já identificada na época; e preservação da cobertura vegetal nativa, contribuindo com o aumento do índice de áreas verdes por habitante, que era somente de 1,5 m² / hab, muito aquém do recomendado pela ONU (12m²/hab.), e que com a implantação do parque esse índice seria elevado para 5,3m² /hab na RMF (AUMEF, 1979).

Segundo AUMEF (1979), ainda, a área total estipulada para implantação do Parque Metropolitano das Lagoas Sapiranga e Precabura era de 913,7 ha, dos quais 273,3 ha corresponderiam ao espelho d'água, 120,9 ha às áreas alagadas e 519,5 ha às áreas marginais das lagoas.

Chegou também a ser concebido por meio do Plano Diretor de Drenagem da RMF (1978), projeto de macrodrenagem denominado de “Complexo Ecológico Cocó - Coaçu”, que visava à preservação das faixas marginais ao longo dos cursos d'água, tanto dos rios principais como dos afluentes, além dos reservatórios naturais existentes. Segundo a AUMEF (1978),

[...] se pretende, na realidade, não é apenas definir, em termos espaciais, dimensões das faixas de preservação, mas estabelecer condições para uma ocupação disciplinada de áreas situadas nas proximidades dos rios e lagoas, com total aproveitamento, sempre que possível, do potencial paisagístico e das áreas verdes atualmente existentes nestes locais.

....

Com isso, procura-se evitar que uma área ainda desocupada e em crescente cotação no mercado imobiliário, venha a ser alvo de uma ocupação desordenada, tais como loteamentos concebidos dentro de um puro espírito de especulação imobiliária, os quais certamente não trazem em si aquela preocupação de preservação ecológica e de criação de áreas de lazer, altamente desejáveis para o presente caso. (AUMEF, 1978, p. 289).

Esses projetos e programas, entretanto, que efetivamente poderiam ter sido considerados como os maiores atos de proteção dos recursos hídricos e ambientais da região, não foram executados. Para o Parque da Sapiranga e Precabura, a segunda versão de projeto chegou a ser elaborada em 1983, porém também não foi implementada e as consequências da incapacidade do Poder Público em efetivar essas políticas ambientais são conhecidas e estão sendo discutidas nesta pesquisa.

Assim como ocorreu no passado, os recursos hídricos da bacia do Coaçu são utilizados principalmente para as atividades de lazer (fotos 01, prancha 02), pesca artesanal, (foto 02, prancha 02), mariscagem, nas áreas de planícies fluviomarina, abastecimento público e particular, lavagem de roupas e dessedentação de animais. Diferentemente, porém, de outras épocas, os usos têm se intensificado com a inserção de uso pelas atividades industriais e intensificação para projetos de irrigação de atividades agrícolas, em geral, de subsistência.

Mesmo não fazendo parte diretamente do sistema de abastecimento de água da RMF, rio Coaçu é interceptado nas proximidades de suas nascentes pela rede de abastecimento composta pelos açudes Pacoti – Riachão – Gavião, construído no final da década de 1970, inaugurado em 1981, e que passou por melhorias e crescimento do potencial de armazenamento ao longo dos anos como medida de evitar o colapso de abastecimento d'água da RMF (CAGECE, 2009).

A interceptação se dá pelo canal de ligação entre os açudes Riachão e Gavião, que possui largura de 7 m e profundidade de 15 a 16 m, em média (MOTA e MORAIS, 1994), o que prejudicou o livre escoamento das águas nas nascentes, uma vez que o canal foi construído por meio de escavações sobre a superfície (foto 03, prancha 02), interceptando perpendicularmente o Rio. Cabe, porém, ressaltar que também foi construída uma canalização sobre o canal do sistema Riachão – Gavião, de modo que o escoamento das águas do Coaçu não fosse interrompido

Esse mesmo canal do sistema Riachão – Gavião passa atualmente por uma reestruturação e construção de um novo canal e túnel paralelo ao existente (foto 04, prancha 02) em virtude da implantação do trecho IV do Canal da Integração, conhecido como “Eixão das Águas”. Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos – SRH, o Eixão se constitui em um sistema de estações de bombeamento, canais, sifões, adutoras e túneis, para transposição das águas do açude Castanhão para o Complexo Portuário e Industrial do Pecém, reforçando também o abastecimento da RMF e integrando as bacias hidrográficas do Jaguaribe e Região Metropolitana (SRH, 2009).

O trecho IV, que está sendo executado sobre as nascentes do Coaçu, possui 33,9 km, como pode ser visualizado na Figura 42, dividido em três trechos, e que sobre a Bacia, especificamente, se estende ao longo de aproximadamente 2 km.

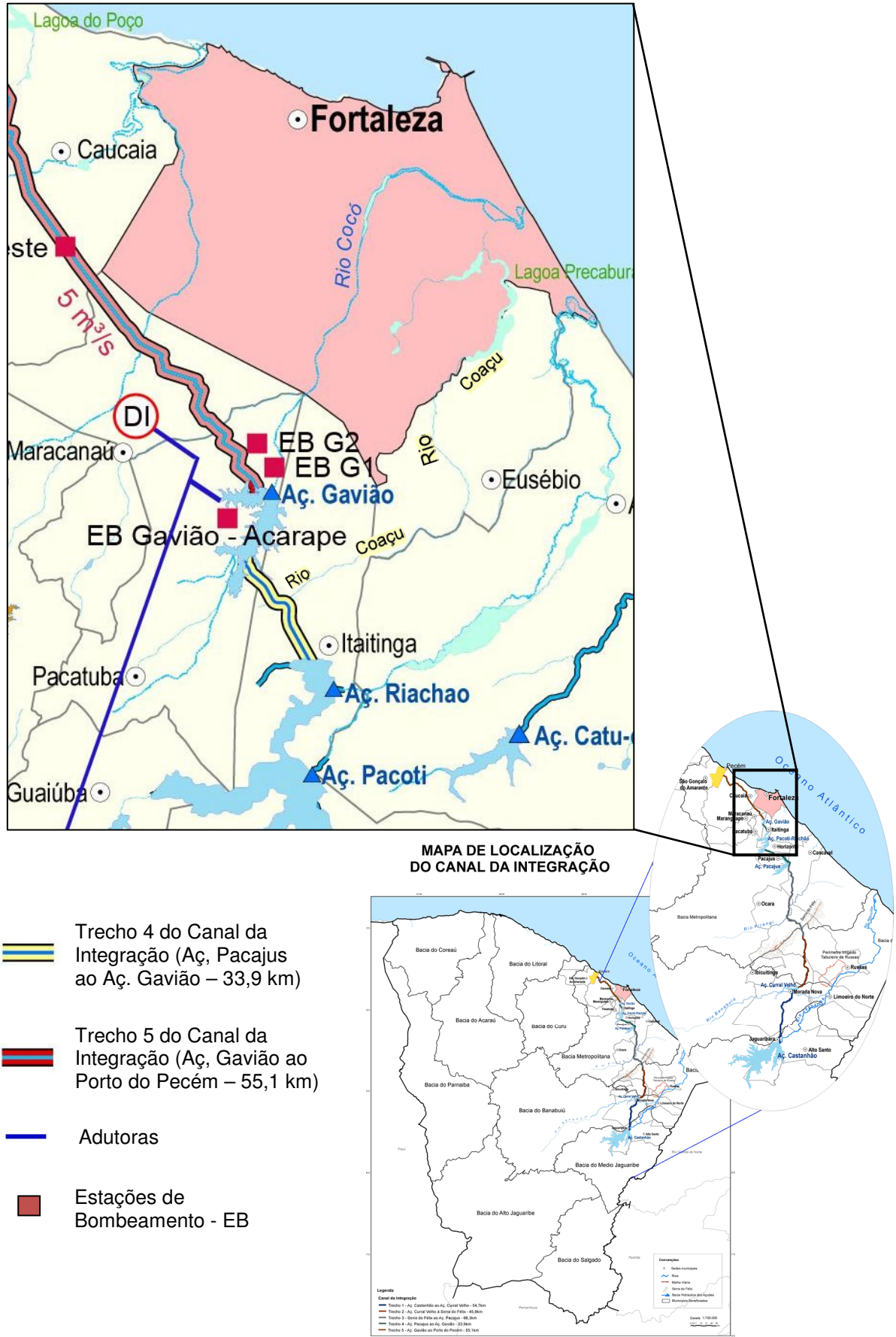


FIGURA 42 – Trecho 4 do Canal da Integração cortando a nascente do rio Coaçu.
Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos - SRH, (2010). Organizado por Lima, 2010.

No que se refere aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Coaçu, estes ocorrem em virtude da poluição de riachos e córregos por meio do lançamento de fontes pontuais (esgotos *in natura*), esgotos domésticos e industriais, além da deposição inadequada e de forma clandestina do lixo e outros resíduos sólidos.

A pequena cobertura da rede de esgotamento sanitário (conforme Tabela 15 no capítulo 04) está diretamente associada às fontes de contaminação dos recursos hídricos. Há frequente prática de ligações diretas de esgotos domésticos e industriais (foto 05 e 06, prancha 02) às galerias de águas pluviais, fazendo com que os dejetos sejam descarregados diretamente sobre os rios e lagoas, já que são a estes que as galerias pluviais estão ligadas, contaminando e descaracterizando por completo os sistemas hídricos da bacia do Coaçu.

É recorrente a deposição de lixo nas planícies de inundação e terrenos baldios (conforme foto 07, prancha 02), ou diretamente sobre os córregos e em demais locais de escoamento natural das águas, identificando-se como prática comum dos núcleos urbanos principalmente aqueles onde o sistema de coleta de lixo ainda é deficiente, como em Eusébio, Itaitinga e Aquiraz, além dos bairros mais periféricos de Fortaleza na bacia do Coaçu. Esses depósitos obstruem a livre circulação das águas, provocando transbordamento para além das planícies de inundação, ocasionando a sua contaminação imediata.

Como exemplo do grau de contaminação dos recursos hídricos, têm-se os dados de análise bacteriológica das lagoas da Sapiranga, Messejana e Jacareí, sistema de lagoas integradas ao leito principal do Coaçu, cujas águas são analisadas desde o início de 2006 pela Prefeitura de Fortaleza em parceria com Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias – LIAMAR do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/IFCE, por meio de dois parâmetros: Coliformes fecais (termotolerantes) – CTT e *Escherichia coli* – EC.

As coletas para análise são realizadas sempre em três pontos das lagoas, e enquadradas de acordo com a Resolução CONAMA 274, de 20 de novembro de 2000, que trata especificamente das condições de águas doces para balneabilidade (recreação de contato primário), foco de interesse da Prefeitura Municipal por meio do programa “Lagoas de Fortaleza”. A avaliação das águas dá-se por meio de categorias como “própria” ou “imprópria” para balneabilidade.

De acordo com a definição dada por essa Resolução, os coliformes fecais (termotolerantes) – CTT, são bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais, encontrados em fezes humanas e animais, podendo também ocorrerem em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica. É um dos mais importantes indicadores de qualidade da água, pois indica a possível presença de seres patogênicos causadores de doença por veiculação hídrica.

Já a *Escherichia coli* – EC é uma bactéria abundante em fezes humanas e de animais, podendo ser encontrada ainda em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica. Assim como os coliformes termotolerantes, é um excelente indicador do nível de contaminação das águas, em razão, dentre outros fatores, do lançamento de esgotos *In natura* nos recursos hídricos.

Apesar de o monitoramento ser realizado desde 2006, são utilizados para efeito da discussão somente os dados referentes ao período entre 07/02/2010 a 07/03/2010, que ao todo somam 15 coletas de água em cada lagoa para determinação dos dois parâmetros já mencionados conforme Tabela 19.

TABELA 19 – Análise bacteriológica da qualidade da água para lagoas de Messejana, Sapiranga e lago Jacarey

Lagoa	Data da coleta	Horário		Concentração de Coliformes Termotolerantes - CTT NMP/100ml			Concentração de <i>Escherichia coli</i> – Ec NMP/100 ml		
		Coleta	Entrada no laboratório	P1*	P2*	P3*	P1*	P2*	P3*
Lagoa de Messejana	07/fev/2010	11h – 12h	16h30	170	220	79	110	220	49
	14/fev/2010			240	790	1400	240	790	330
	21/fev/2010			78	490	400	20	330	200
	28/fev/2010			5400	130	5400	3500	130	2200
	07/mar/2010			7000	230	200	700	130	200
Lagoa da Sapiranga	07/fev/2010	12h – 13h	16h30	45	27000	240	20	22000	130
	14/fev/2010			1600	160000	1600	1600	160000	480
	21/fev/2010			13	140000	240	1,8	7000	41
	28/fev/2010			13000	1100	230	13000	1100	230
	07/mar/2010			4,5	7000	68	4,5	3300	68
Lago Jacareí	07/fev/2010	13h – 14h	16h30	2000	78	13000	2000	78	7800
	14/fev/2010			35000	16000	92000	4800	16000	28000
	21/fev/2010			54000	780	2800	3500	780	1700
	28/fev/2010			17000	2400	1700	13000	2400	1700
	07/mar/2010			13000	2300	4900	13000	2300	3300
Concentrações médias e enquadramento segundo Resolução do CONAMA 274/2000									
Lagoa	Período	Concentração média de CTT- NMP/ 100ml	Concentração média de Ec NMP/100ml	Padrões		Enquadramento final			
				CTT NMP/100ml	Ec NMP/100ml				
Messejana	07/02/2010 a 01/03/2010	476	304	500	400	IMPRÓPRIA			
Sapiranga		935	470	500	400	IMPRÓPRIA			
Jacareí		5493	3313	500	400	IMPRÓPRIA			

* Os pontos P1, P2 e P3, referem-se respectivamente nas lagoas: a entrada do tributário principal, ao centro e ao sangradouro do corpo hídrico. **Fonte:** LIAMAR/CEFET/SEMAM, 2010.

Mesmo estando alguns resultados dentro dos parâmetros, as águas devem apresentar, segundo a Resolução 274/2000, em um conjunto de amostras obtidas sempre no mesmo local, 80% ou mais dos limites descritos na parte inferior da tabela. Fora desses padrões, as águas são classificadas como impróprias.

Os resultados evidenciam que tanto a concentração de Coliformes Termotolerantes – CTT como a concentração da bactéria *Escherichia coli* – Ec chegam a níveis exorbitantes. O nível de contaminação é denunciador do estado de degradação e descaso ao quais as lagoas estão submetidas pelas formas de uso e ocupação, como: aterros, construção de casas e muros dentro ou entorno das lagoas, ou seja, não respeitando o limite para as APP's, deposição e lançamento de materiais, esgotos e lixos em tais ambientes aquáticos, além de outras atividades potencialmente poluidoras, evidenciando o estado agonizante e de total deterioração dos sistemas lacustres.

Constata-se que a contaminação ocorre em cadeia, pois essas lagoas estão interconectadas umas às outras por meio de pequenos córregos e riachos, desaguando, finalmente, no rio Coaçu, como o riacho Jacareí, já fortemente ocupado e poluído, o qual recebe águas da lagoa homônima e da lagoa de Messejana, desaguando na lagoa da Sapiranga, e esta no leito principal do Coaçu.

Esses fatores estabelecem, deste modo, uma distribuição da poluição e contaminação das águas da bacia hidrográfica em análise, além de prejudicar a população que as utiliza, em decorrência da disseminação de doenças por veiculação hídrica.

Um dos principais indicadores de deterioração dos recursos hídricos da Bacia hidrográfica se refere à eutrofização, resultante do enriquecimento, principalmente de fósforo e nitrogênio. Como indicadora de qualidade das águas, a eutrofização artificial denota, segundo Tundisi (2005), o intenso despejo de forma particulada ou dissolvida de esgotos domésticos e industriais em rios, riachos, lagoas e represas, por exemplo, ocasionando o enriquecimento de nutrientes como fósforo e nitrogênio das águas superficiais e subterrâneas, gerando o processo de eutrofização.

Segundo Esteves e Barbosa (1986), a eutrofização

[...] pode ser encarada como uma reação em cadeia, de causas e efeitos característicos, que tem como resultado final a quebra do equilíbrio ecológico, pois passa a haver mais produção de matéria orgânica do que o sistema é capaz de decompor. (P. 59-60).

Esses fatores são bem evidenciados nas planícies fluviolacustres do rio Coaçu, como pode ser visto nas fotos 08 e 09, prancha 02, indicando o alto grau de poluição ocasionado pelo despejo inadequado de esgotos nos recursos hídricos e contaminação adversa por outras fontes poluidoras.

Em razão da incapacidade dos sistemas absorverem grande quantidade dos nutrientes dissolvidos ou particulados, ocorre de modo acelerado o crescimento dessas plantas aquáticas, inicialmente cianobactérias, ou algas verdes azuis, e, em casos mais avançados da eutrofização, ocasiona o crescimento excessivo de aguapés (*Eichhornia crassipes*), como pôde ser visto nas figuras anteriores, podendo causar mortalidade de peixes e animais, além de afetar a saúde humana (TUNDISI, 2005).

O aumento da concentração de nutrientes implica não somente o aumento da densidade de algas, mas também alterações na qualidade dos recursos hídricos, como o surgimento de espécies e o desaparecimento de outras. Segundo Esteves e Barbosa (1986), as águas, ao alcançarem tal nível de eutrofização, tornam-se impróprias para o abastecimento, em virtude, principalmente, da alta quantidade de substâncias tóxicas e malcheirosas, excretadas pelas algas. Assinalam também que a produção de matéria orgânica vegetal e animal em decorrência da eutrofização artificial, tem como consequência direta o aumento da quantidade de detritos orgânicos (restos de matéria orgânica morta).

Esse aumento de detritos enseja outra reação nos ambientes lacustres e fluviolacustres eutrofizados, que diz respeito à diminuição de oxigênio dissolvido na água, ocasionada em grande parte pela decomposição de detritos por micro-organismos que consomem expressivas quantidades de oxigênio, ocasionando a mortalidade de peixes e outras espécies por asfixia.

No estágio final do processo de eutrofização artificial, o ecossistema lacustre caracteriza-se pela pouca profundidade, coluna d'água com altos déficits de oxigênio, organismos mortos flutuando na superfície e grande quantidade de 'colchões' de algas à deriva. A presença dessas características indica que o ecossistema está agonizante. (ESTEVES e BARBOSA, 1986, p. 60).

A pouca profundidade é fator identificado nas lagoas que sofrem com a eutrofização, assim como no leito principal do próprio rio Coaçu, como visto em figuras anteriores. Na lagoa da Sapiranga, por exemplo, o programa "Lagoas de Fortaleza" buscou realizar a batimetria para definir, entre outras fatores, o nível de

profundidade, no entanto, o equipamento utilizado para medição falhou constantemente em virtude da baixa profundidade do complexo lacustre da Sapiroanga, sempre inferiores a 1 (um) metro (PMF/SEMAM, 2007). Esse dado denuncia o processo de assoreamento ocasionado não somente pela eutrofização como também pela ocupação desordenada em seu entorno.

Essa lagoa também recebe a denominação de complexo lacustre por possuir afluentes e por ter outras lagoas (como as do Soldado e Coité) integradas. Na foto 10, prancha 02, é apresentado o complexo lacustre da Sapiroanga, visualizando uma quantidade significativa de aguapés, diminuindo significativamente o espelho d'água lacustre.

Um dos fatores de possível contaminação das águas do rio Coaçu, constatados em campo pela alta concentração de aguapés no rio, e geradora de impactos ambientais na Bacia em apreço, certamente se refere à instalação do Cemitério Jardim Metropolitano, localizado à margem esquerda do rio, como pode ser visto na Figura 43.



FIGURA 43 - Cemitério Jardim Metropolitano, ao centro da figura, localizado à margem esquerda do rio Coaçu. Notar espelho d'água tomado por vegetação aquática – Aguapés (*Eichhornia crassipes*).

Fonte: Google Earth, 2010.

Segundo a Resolução CONAMA 335, de 03 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios, em seu Art. 5º, I, II e III, diz que:

“Art. 5º - Deverão ser atendidas entre outras, as seguintes exigências para os cemitérios horizontais:

- I. a área prevista para a implantação do cemitério deverá estar a uma distância segura de corpos de água, superficiais e subterrâneos, de forma a garantir sua qualidade, de acordo com estudos e a critério do órgão licenciador;
- II. o perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos de terra;
- III. o subsolo da área pretendida para o cemitério deverá ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10 – 5 e 10 – 7 cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias. Para permeabilidades maiores, é necessário que o nível inferior dos jazigos esteja a dez metros acima do nível do lençol freático.

Tomando por base o que diz esta Resolução, verifica-se que o cemitério retrocitado localiza-se a uma distância pequena do rio Coaçu, como pode ser visualizado na figura anterior e constatado em campo. A área do cemitério está também sobre terreno com caimento topográfico que se direciona ao fundo vale. Apesar de não mensurar tal distância para a instalação de cemitérios nas proximidades de corpos de água, essa distância visa a assegurar não somente o respeito às Áreas de Preservação Permanente – APP, como também uma forma de garantir a qualidade e ausência de risco por contaminação de micro-organismos que proliferam no processo de decomposição dos corpos.

Segundo Tundisi (2005), a contaminação de águas, dentre elas a subterrânea, é uma fonte importante que indica o grau de deterioração dos recursos hídricos. No caso de um cemitério, a contaminação ocorre pela percolação de substâncias a partir da decomposição dos corpos. Deve-se levar em consideração a possível contaminação das águas subterrâneas, cujas águas alimentam nos períodos chuvosos as águas superficiais do rio Coaçu.

Na foto 11, prancha 02, registrada à margem do rio, onde se localiza o cemitério, identifica-se uma quantidade excessiva de aguapés (*Eichhornia crassipes*), o espelho d'água fluvial não mais se evidencia, o que indica elevado grau de contaminação das águas, constatado por meio da eutrofização avançada de suas

águas. Com relação ao Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente - RIMA para a instalação do Cemitério, este não foi disponibilizado na SEMACE, órgão ambiental responsável pelo licenciamento de tal empreendimento.

Uma obra polêmica que se instalará na bacia do Coaçu se refere à unidade da Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ, em uma área de 50 ha, precisamente às margens da lagoa da Precabura, em parceria que já foi firmada com o Governo Estadual (O POVO, 2009). Esta área abrigará não somente a unidade da Fundação no Ceará, mas também será um polo industrial de Biotecnologia, que receberá indústrias da área de medicamentos. Ressalta-se que a região da Lagoa, nos limites entre Fortaleza e Eusébio, ainda não possui rede de esgotamento sanitário, sem falar que se trata de uma das mais importantes planícies fluviolacustres da bacia do Coaçu e de toda a Região Metropolitana, com forte fragilidade ambiental. A licença prévia ainda não foi concedida porque não se sabe ao certo o que será construído.

Para concluir esta discussão, a Tabela 20 apresenta em resumo as matérias de jornais inventariadas entre outubro de 2005 e fevereiro de 2010, que se referem direta ou indiretamente à problemática ambiental e social no espaço da bacia hidrográfica do rio Coaçu e que foram discutidas por meio das tipologias de uso e ocupação.

E ao final, a prancha 02 de fotos mostra e espacializa as formas de uso e a ocorrência dos principais impactos e degradação ambiental sobre os recursos hídricos.

TABELA 20 - Matérias publicadas com relação à problemática socioambiental da bacia do Coaçu entre 2005 e 2010

Jornal	Matéria	Data
O Povo	Carnaúba: a árvore da vida	23/10/2005
O Povo	Dunas da Sabiaguaba ameaçadas	13/11/2005
O Povo	Turismo sem agredir o meio ambiente	23/01/2006
O Povo	Prefeitura pretende retomar obra da ponte ainda em 2006	23/01/2006
O Povo	Áreas mantêm a biodiversidade da região	12/02/2006
O Povo	Sabiaguaba terá APA e Parque Natural	12/02/2006
Diário do Nordeste	Cocó resiste às agressões do homem	13/03/2006
Diário do Nordeste	Carnaúba será matéria-prima para produção de papel	30/04/2006
O Povo	Os bichos de Fortaleza	04/06/2006
O Povo	Vida animal e urbana	11/06/2006
Diário do Nordeste	Mangue do Cocó exala odor do descaso	11/09/2006
O Povo	Para onde cresce Fortaleza	25/09/2006
O Povo	Cadê o verde que estava aqui?	20/11/2006

O Povo	Dunas devastadas	31/03/2007
O Povo	Planta africana ameaça carnaúbas	27/04/2007
O Povo	Só restam 7% do verde de Fortaleza	03/06/2007
O Povo	Aterramento no Riacho das Lavadeiras	04/06/2007
O Povo	Parque do Cocó: MPF quer impedir novas construções	15/06/2007
O Povo	BR-116: a estrada do atraso	29/07/2007
O Povo	Garças pousam na lagoa da Precabura	05/08/2007
O Povo	O alto preço da desordem urbana	19/08/2007
O Povo	Metrópole engarrafada	04/11/2007
O Povo	A cidade em ebulição	15/11/2007
O Povo	Água da lagoa da Precabura está sumindo	25/11/2007
O Povo	Cidades imagináveis	02/12/2007
O Povo	IBAMA embarga obra em terreno da nova sede do TRE	06/02/2008
O Povo	Área verde ameaçada	07/03/2008
O Povo	Uma cidade chamada Messejana	09/03/2008
O Povo	Um desafio chamado Fortaleza	30/03/2008
O Povo	Outra tentativa de Preservação	12/05/2008
O Povo	Construtoras investem no novo perfil do consumidor	12/05/2008
O Povo	Parque do Cocó: outra tentativa de preservação	12/05/2008
O Povo	Poluição ameaça lagoa de Messejana	18/05/2008
O Povo	Zona leste vira sonho de consumo	19/05/2008
O Povo	Área ampliada será de interesse social	01/06/2008
O Povo	Demarcação do Cocó é mantida pela Justiça	04/06/2008
O Povo	Fortaleza ganha novo espaço verde	04/06/2008
O Povo	Demarcação do Cocó é mantida pela Justiça	04/06/2008
O Povo	Ambientalistas entregam relatório com diagnóstico	07/06/2008
O Povo	Rios pedem socorro	08/06/2008
O Povo	Sabiaguaba terá plano de manejo	09/06/2008
O Povo	Livro cataloga 219 espécies de aves	10/08/2008
O Povo	Obra da ponte da Sabiaguaba será retomada informa Dnit	20/09/2008
O Povo	Morte de Carnaúbas gera preocupação	20/10/2008
Diário do Nordeste	Limites da cidade é zona de conflito	23/10/2008
O Povo	Garças podem ser vistas perto do Mangue do Cocó	26/10/2008
O Povo	Presa no Ceará a Cúpula do Meio Ambiente	30/10/2008
Diário do Nordeste	Obra é embargada no leito do Rio Coaçu	15/11/2008
O Povo	Proteção do Parque do Cocó	06/12/2008
Diário do Nordeste	Qual o preço ambiental do crescimento?	06/12/2008
O Estado	Audiência debate projeto de limpeza e dragagem do Cocó	09/12/2008
Jornal O Estado	Audiência debate projeto de limpeza e dragagem o Cocó: poluição é provocada por crescimento urbano da cidade de Fortaleza	09/12/2008
O Povo	Obras irregulares aterram Precabura	12/12/2008
Diário do Nordeste	Obras irregulares aterram Lagoa da Precabura	12/12/2008
Diário do Nordeste	Recursos hídricos são escassos e ameaçados	13/12/2008
O Povo	Para onde cresce Fortaleza	17/12/2008
Diário do Nordeste	Lagoa dos Guaribas sofre com poluição	19/12/2008
Diário do Nordeste	Criação oficial do Parque do Cocó continua indefinida	22/12/2008
O Povo	Começa obra de cercamento do Parque do Cocó	27/12/2008
O Povo	Mercado aposta em imóveis de luxo	16/01/2009

Diário do Nordeste	Obra em área verde é motivo de contestação	04/02/2009
O Povo	Negociação de terreno na Água Fria gera polêmica	05/02/2009
Diário do Nordeste	Trânsito saturado: Estrutura da capital não suporta frota de veículos	09/03/2009
Diário do Nordeste	Preservação Permanente: Imóveis da área do Cocó vão ser desapropriadas	27/03/2009
Diário do Nordeste	Influência Regional: Várias Fortalezas, uma cidade	12/04/2009
Diário do Nordeste	Fortaleza caminha para ser a "capital dos serviços"	14/04/2009
O Povo	Anel Rodoviário será duplicado	21/04/2009
O Povo	Estudo aponta 45 áreas verdes, mas Prefeitura só reconhece 9	11/05/2009
O Povo	Regularização de áreas verdes é saída	25/05/2009
O Povo	Desapropriação em áreas de preservação	09/06/2009
Diário do Nordeste	Obra particular na Lagoa Seca divide opiniões	09/06/2009
O Povo	A invasão dos supermercados	24/06/2009
O Povo	Aprovada proteção das dunas do Cocó	25/06/2009
Diário do Nordeste	Obra da ponte da Sabiaguaba é liberada pelo TCU	07/07/2009
Diário do Nordeste	Lagoas da capital estão poluídas e proibidas ao lazer	24/07/2009
Diário do Nordeste	48% de Fortaleza não tem acesso à rede de esgoto	28/07/2009
O Povo	Ações geram insegurança jurídica	30/07/2009
Diário do Nordeste	Diagnóstico Geoambiental: rigidez na ocupação do solo	05/08/2009
Diário do Nordeste	Suspensa lei de área ecológica nas dunas	21/08/2009
O Povo	Lagoa da Precabura: local no Eusébio para instalação da Fiocruz gera polêmica	07/10/2009
O Povo	No lugar da rua, uma ocupação de casas	14/10/2009
Diário do Nordeste	Novo ordenamento espacial: Fortaleza amarga caos urbano	15/10/2009
Diário do Nordeste	Aluguel: maior oferta migra	22/10/2009
O Povo	Cocó gera conflito de competência	24/10/2009
Diário do Nordeste	Lago Jacareí está degradado	29/10/2009
O Povo	Estado Fiocruz firmam parceria	04/11/2009
O Povo	O boom imobiliário que redesenha Fortaleza	07/11/2009
Diário do Nordeste	Cocó não existe legalmente	14/12/2009
O Povo	Ponte da Sabiaguaba deve ficar pronta em junho	25/01/2010
O Povo	Suspensa lei que impede novas construções no Cocó	26/01/2010
O Povo	Estudo prevê Parque do Cocó com área reduzida	27/01/2010
Diário do Nordeste	Fortaleza passa por processo de forte dispersão urbana	07/02/2010
Diário do Nordeste	Mancha de Cerrado está ameaçada de destruição	20/02/2010

Fonte: Jornal O Povo, Diário do Nordeste e O Estado (2005-2010).



Fonte: Lima, 2009



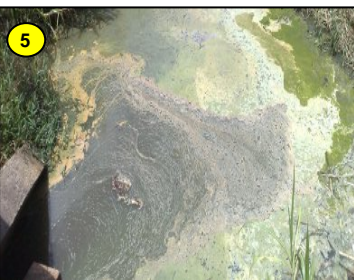
Fonte: Lima, 2009



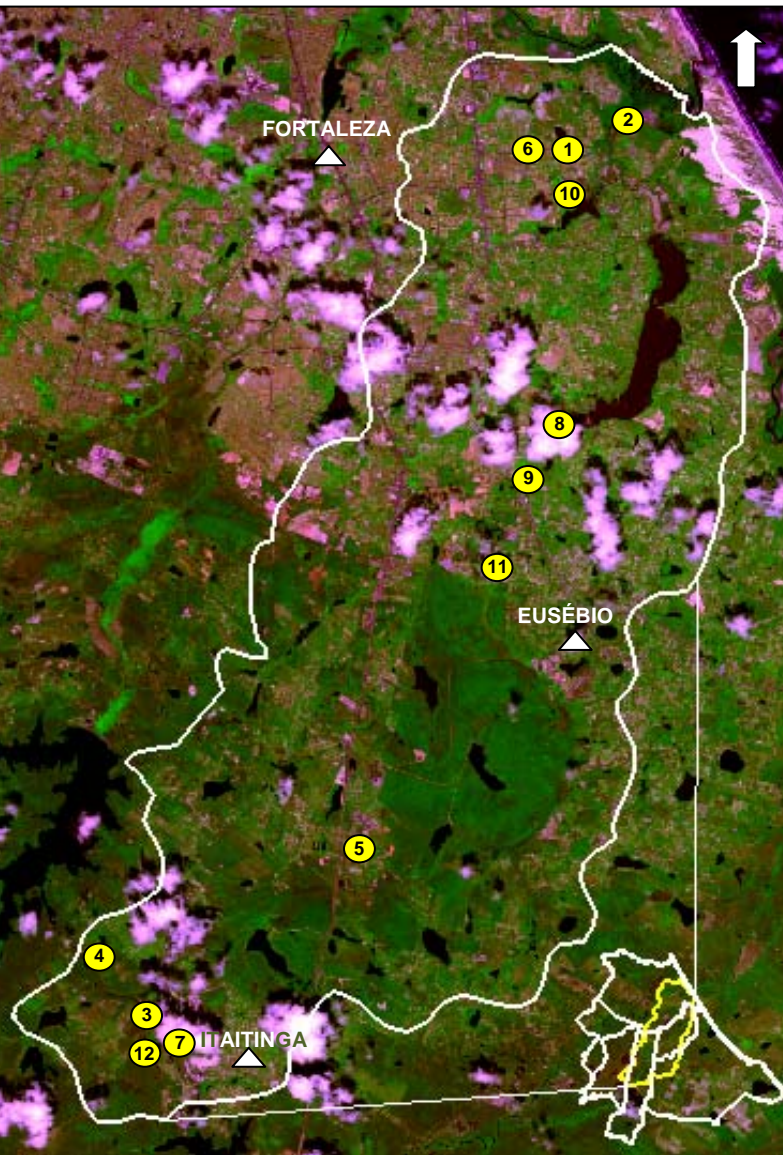
Fonte: Lima, 2009



Fonte: Lima, 2009



Fonte: SEMACE, 2010



Fonte: SPOT-5 (2004), cedida pela SEMACE (2008). Organizado por Lima (2010)



Fonte: Lima, 2008



Fonte: Lima, 2008



Fonte: Lima, 2009



Fonte: Lima, 2009



Fonte: Lima, 2008



Fonte: Lima, 2009



Fonte: Lima, 2008



TÍTULO:

RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU - REGIÃO
METROPOLITANA DE FORTALEZA/CE: SUBSÍDIOS AO
PLANEJAMENTO AMBIENTAL

AUTOR: JOSÉ AURICELIO GOIS LIMA

ORIENTADOR: PROF. DR. FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO

PRANCHA 02: FORMAS DE USO, IMPACTOS E DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS
DA BACIA DO COAÇU

LEGENDA

- 1 Prática de lazer da comunidade local na Lagoa Seca – bairro Edson Queiroz.
- 2 Pesca artesanal realizada por moradores locais na foz do rio Coaçu.
- 3 Canal de ligação entre os açudes Riachão e Gavião, construído no início da década de 1980.
- 4 Construção do trecho IV do “Eixão das Águas”, sobre o canal de ligação do sistema Riachão - Gavião.
- 5 Disposição inadequada de efluentes industriais sem tratamento sobre o sistema de drenagem da Lagoa do Jaboti, cujo sangradouro drena suas águas para o rio Coaçu.
- 6 Esgotos domésticos lançados a “céu aberto”, destinando-se às galerias pluviais e, conseqüentemente, sobre os rios, riachos e lagoas da região.
- 7 Disposição inadequada de resíduos sólidos sobre corpos hídricos de Itaitinga.
- 8 Intensa eutrofização das águas do rio Coaçu à montante da planície flúviolacustre da Precabura.
- 9 Crescimento excessivo de aguapés, indicando o alto grau de poluição das águas do Coaçu entre Eusébio e Fortaleza
- 10 Diminuição do espelho d’água da Lagoa da Precabura em razão do crescimento de aguapés.
- 11 Desaparecimento do espelho d’água do rio Coaçu devido ao processo de eutrofização nas proximidades do cemitério Jardim Metropolitano.
- 12 Formação de lago em cicatriz de mineração desativado e não recuperado ambientalmente.

5.1.3 Agroecossistemas

O processo sócio-histórico e espacial de uso e ocupação da bacia do Coaçu tem indicado uma diminuição significativa de utilização das terras na tipologia de uso relacionado aos agroecossistemas, que nos dias atuais se restringe a 67,02 km², ou seja, 32,95% da área total da Bacia. A diminuição verificada decorre da transformação constante das áreas antes destinadas à utilização agrícola, pecuária ou áreas protegidas legalmente de qualquer tipo de ocupação, para dar lugar ao processo de urbanização e de industrialização; fato este comum, se for considerado que o modelo de desenvolvimento urbanoindustrial é incentivado, *grosso modo*, em detrimento da manutenção dos hábitos de vida rural.

Nessa tipologia de uso, incluem-se as atividades agrícolas de produção comercial e, fundamentalmente, as atividades de subsistência, com culturas tanto temporárias como permanentes. Incluem-se ainda atividades agroextrativistas, pecuária extensiva e avicultura, que em conjunto formam os modelos de uso mais identificados nessa tipologia.

As estruturas fundiárias de modo geral refletem o que ocorre no interior do Estado, uma vez que é preservada uma estrutura fundiária com bases tradicionais de produção agrícola, concentradas sob a forma de grandes e médias propriedades nas mãos de poucos proprietários.

Destacam-se Aquiraz e Fortaleza, onde as grandes e médias propriedades juntas equivalem a 70,4% e 83% da área total dos imóveis rurais desses municípios respectivamente, ficando o restante da área destinado para pequenas propriedades e minifúndios. Levando em consideração o total de propriedades, os minifúndios e pequenas propriedades são responsáveis por 86% do total em Aquiraz, 94% em Eusébio, 88% em Itaitinga e 78% no Município de Fortaleza.

A Tabela 21 resume a distribuição e classificação das propriedades fundiárias dos municípios drenados pela bacia do Coaçu, indicando o total de propriedades e a área correspondente a cada tipo de classificação fundiária. A par dos dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, resumidos na Tabela 21, na sua maior parte, as propriedades não são produtivas,

com destaque para o Município de Aquiraz, que possui em média 60% das terras dentro dessa classificação.

TABELA 21 – Classificação e distribuição de imóveis rurais dos municípios drenados pela bacia do Coaçu

Classificação Fundiária	Municípios							
	Aquiraz		Eusébio		Itaitinga		Fortaleza	
	Total Imóveis	Total Área (ha)	Total Imóveis	Total Área (ha)	Total Imóveis	Total Área (ha)	Total Imóveis	Total Área (ha)
Total grande propriedade	29	8.366,10	1	166,00	-	-	7	1.340,20
Propriedade produtiva	8	2.625,50	-	-	-	-	4	830,40
Não produtiva	21	5.740,60	1	166,00	-	-	3	509,80
Total média propriedade	94	6.541,51	3	232,10	5	688,20	12	407,90
Propriedade produtiva	33	2.257,10	1	79,90	3	441,90	2	58,50
Não produtiva	61	4.284,41	2	152,20	2	246,30	10	349,40
Total pequena propriedade	216	4.369,13	18	376,90	7	182,80	27	250,60
Propriedade produtiva	54	1.013,80	7	152,30	3	64,70	11	114,20
Não produtiva	123	2.573,70	7	156,40	2	39,10	13	125,20
Não classificada (1)	39	781,63	4	68,20	2	79,00	3	11,20
Total Minifúndio	623	1.895,61	77	242,90	30	146,80	48	105,90
Minifúndio	623	1.895,61	77	242,90	30	146,80	48	105,90
Total não classificada	10	11,20	2	0,00	-	-	2	0,00
Não classificada (2)	10	11,20	2	0,00	-	-	2	0,00
Total	972	21.183,56	101	1.017,90	42	1.017,80	96	2.104,60

(1) Imóveis que não dispõem de dados para classificação quanto à produtividade.

(2) Imóveis que não possuem informações de áreas exploráveis ou com informações de áreas divergentes entre os Formulários Dados sobre Estrutura e Dados sobre Uso.

Fonte: INCRA – Apuração Especial n° 00588 – SNCR – Dez / 05. Organizado por Lima, 2010.

A produção agrícola desempenhada nos municípios drenados pelo Coaçu é baseada fundamentalmente em produtos tradicionais de cultivo, com pouca ou nenhuma utilização de fertilizantes e/ou agrotóxicos, direcionados essencialmente para a subsistência. A produção e o rendimento são de pouca expressividade se comparados com os de outros municípios produtores no Estado do Ceará.

Entre os principais produtos cultivados em lavouras temporárias, estão feijão, milho, mandioca, batata doce, banana e cana-de-açúcar, conforme dados da Tabela 22; além de hortaliças, verduras e legumes que abastecem o mercado local. E entre os de cultura permanente, estão castanha de caju e coco-da-baía. Destaca-se ainda a produção de mamão, abacate, tangerina, limão, maracujá e goiaba, porém em proporções e rendimentos bem menores do que os há pouco citados.

Com relação à atividade pecuária, destaca-se a criação de bovinos, equinos, suínos, caprinos, ovinos e aves, principalmente nas áreas onde há maior disponibilidade hídrica para produção de alimentos aos rebanhos e dessedentação dos animais. Na criação de aves, reúnem-se: galos, galinhas, pintos e codornas, que juntos são responsáveis pela maior arrecadação de Imposto sobre Circulação de

Mercadorias e Serviços – ICMS do setor pecuário dos municípios (NASCIMENTO, 2003a), e na área de estudo são as mais representativas em termos de números de cabeças, de acordo com a Tabela 22.

O agroextrativismo ocorre em toda a área da Bacia onde ainda há disponibilidade de vegetação para tal fim e concentra-se na extração vegetal de madeiras para utilização como carvão vegetal e lenha, além dos produtos derivados da carnaúba (*Copernicia prunifera*), espécie vegetal muito abundante em toda a planície fluvial do Coaçu, desde as nascentes até as proximidades da foz, cuja extração se dá especialmente da fibra (palha) destinada para o artesanato e em menor proporção da cera e do pó. A Tabela 22 apresenta os principais produtos agrícolas e a produção pecuária e extrativista dos municípios, evidenciando a produção, a área ocupada para o cultivo e o rendimento médio no ano de 2008, que se refere aos dados mais atuais disponibilizados pelo IBGE para a área de estudo.

TABELA 22 – Principais produtos e produção agropecuária dos municípios drenados pela da bacia do Coaçu

Produtos	Municípios											
	Aquiraz			Eusébio			Itaitinga			Fortaleza		
	Produção Agrícola (2008)											
	Tone-ladas	ha	Mil Reais ¹	Tone-ladas	ha	Mil Reais ¹	Tone-ladas	ha	Mil Reais ¹	Tone-ladas	ha	Mil Reais ¹
Banana	116	10	628	20	2	7	360	40	111	250	38	100
Cana-de-açúcar	75350	1100	3165	5280	80	222	-	-	-	1267	25	51
Feijão	343	680	550	46	102	71	168	400	258	7	46	11
Mandioca	2586	200	835	65	40	22	800	80	130	265	25	48
Milho	245	510	131	58	85	21	202	420	108	7	13	3
Batata doce	294	42	148	7	1	3	7	1	4	-	-	-
Castanha de Caju	820	1600	749	240	400	216	47	114	42	16	35	16
Coco-da-baía	8935 ²	1600	2904	364 ²	60	103	79 ²	13	25	143 ²	25	39
	Produção Pecuária (2008)											
	Cabeças			Cabeças			Cabeças			Cabeças		
Bovinos	10665			3500			3820			2800		
Equinos	1328			252			326			420		
Caprinos	1450			320			172			73		
Ovinos	4960			1080			700			1350		
Suínos	6263			1181			1572			947		
Aves	1.860.460			200.248			32.348			84.892		
	Produção extrativa vegetal (2008)											
	Toneladas	Mil Reais ¹	Toneladas	Mil Reais ¹	Toneladas	Mil Reais ¹	Toneladas	Mil Reais ¹	Toneladas	Mil Reais ¹	Toneladas	Mil Reais ¹
Carnaúba – Cera	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carnaúba – Pó	5	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carnaúba – Fibra	64	32	4	2	1	1	-	-	-	-	-	-
Madeira – Lenha	2100 ³	11	95 ³	0	80 ³	0	168 ³	1	-	-	-	-
Madeira – Carvão Vegetal	5	3	1	0	7	3	-	-	-	-	-	-

(1) Valor da produção; (2) Mil frutos; (3) Metros cúbicos.

NOTA: Atribui-se valor zero aos valores onde, por arredondamento, não atingem a unidade de medida.

Fonte: IBGE (2008). Organizado por Lima (2010).

É importante afirmar que, assim como nos demais municípios do Estado, onde a produção é realizada durante o período chuvoso, com exceção dos perímetros irrigados, os drenados pela Bacia também estão à mercê das irregularidades climáticas, apesar de serem municípios litorâneos, onde o clima é mais ameno e a pluviometria em média mais elevada, quando comparada à pluviometria dos sertões semiáridos.

No entanto, conforme o balanço hídrico realizado com base nos dados das estações pluviométricas (capítulo 3), o excesso hídrico médio da Bacia se concentra em apenas quatro meses do ano (fevereiro a maio), totalizando 432 mm; e o déficit durante os demais meses, com um total de 654 mm. Esses valores são evidenciadores das potencialidades e das limitações hídricas que restringem a curto período as terras para utilização agrícola na bacia do Coaçu, e que podem ser beneficiadas ou prejudicadas de acordo com a capacidade de armazenamento das condições dos terrenos mais ou menos permoporosos.

Apesar de se verificar que a produção ocorre em quase todas as feições geomorfológicas da Bacia, principalmente nos Tabuleiros Pré-Litorâneos, é sobre as planícies fluviais, áreas de inundação sazonal e planícies fluviolacustres que os cultivos se dão de maneira mais intensiva, em razão da maior disponibilidade hídrica. Isto diminui significativamente a necessidade de água para irrigação, mesmo sendo muito utilizada, principalmente para os produtos de horticultura (Figura 44). Acrescenta-se ainda que essas áreas são destinadas, no período seco, à pecuária extensiva e semi-intensiva.



FIGURA 44 – Horticultura na área de transição entre dunas fixas e planícies fluviais do Coaçu.
Fonte: Lima, 2008.

A produção ocorre de modo disperso sobre todo o Município de Itaitinga e Aquiraz. Já nos Municípios de Eusébio e Fortaleza, na área de delimitação da Bacia, a produção ocorre com maior frequência na margem direita do Coaçu. E de modo especial em Fortaleza, baixo curso do rio, as atividades agrícolas e da pecuária ocorrem com maior intensidade na área de transição entre as dunas fixas da Sabiaguaba e as amplas planícies fluviais daquela área.

O uso intensivo e indisciplinado dos sistemas e subsistemas ambientais nessa tipologia de ocupação, todavia, acelera o desequilíbrio ambiental, desconfigurando as características geoambientais dos sistemas, além de fragmentá-los, com graves consequências para a biodiversidade da Bacia, bem como para o próprio setor socioeconômico, uma vez que os recursos naturais não têm a capacidade de se regenerarem a tempo, para dar início a uma nova etapa socioprodutiva.

O modelo de produção agrícola tradicional baseia-se na ausência de técnicas de manejo adequadas, principalmente para o solo e para a vegetação, visto que são as duas unidades primeiramente atingidas pelo modelo rudimentar de produção que se utiliza de queimadas e desmatamentos como meios para o cultivo, interferindo diretamente no estado de conservação desses elementos. A vegetação é o elemento natural mais degradado por causa do manejo inadequado, e sua degradação ocasiona, conseqüentemente, toda uma cadeia de alterações nos demais elementos naturais. A retirada, sem técnicas de replantio, mesmo que de gramíneas ou de vegetação herbácea, deixa solos expostos, e uma de suas principais funções que é o controle da erosão pluvial, realizada pela interceptação das águas pluviais, retardando o escoamento superficial e possibilitando uma maior capacidade de infiltração, é diminuída.

Foram verificados desmatamentos em toda a Bacia, principalmente em áreas de APP's, onde as ações acontecem intensivamente. Esses fatores interferem nas características pedológicas das unidades geoambientais, acelerando o processo erosivo dos solos, uma vez que estão sendo carregados para as planícies fluviais e fluviolacustres, assoreando-as, além de aumentar as descargas sólidas nas águas superficiais.

A extração de madeira e lenha e a produção de carvão vegetal (Figura 45) firma-se como uma das atividades mais devastadoras da vegetação, mesmo sendo destinadas principalmente para subsistência na construção de casas, cercas

e em fogões a lenha, sobretudo em padarias, como dendroenergia, além da utilização em olarias da região. A prática por meio da extração contínua e indiscriminada destrói a cobertura vegetação nativa, impactando negativamente os ecossistemas e reduzindo a biodiversidade local.



FIGURA 45 – Produção de carvão vegetal no Município de Eusébio
Fonte: Lima, 2008.

Cabe destacar, ainda, que também foi evidenciada a contaminação dos recursos hídricos nas áreas de criatórios animais, uma vez que estes têm acesso direto aos corpos hídricos e que, na dessedentação inadequada e despejo excessivo de matéria orgânica por meio dos excrementos, enriquecem as águas com nitratos e fosfatos, acelerando conseqüentemente a eutrofização dos ambientes fluviais e lacustres, principalmente no período seco, quando o potencial de renovação das águas é diminuído.

Tem-se, deste modo, toda uma alteração no fluxo de matéria e energia que se reflete em alterações das condições do ciclo hidrológico da Bacia, o que somados à impermeabilização do processo de urbanização acarreta a diminuição da capacidade de armazenamento de água no solo, principalmente nas camadas subsuperficiais; aceleração do escoamento superficial; diminuição da profundidade dos vales fluviais e ambientes lacustres em razão do assoreamento; e favorece a inundação de áreas anteriormente protegidas por vegetação nativa ou mesmo secundária.

O próximo subtópico discute uma das atividades que mais deteriora as paisagens na Bacia, as de extração mineral, onde por falta de planejamento e fiscalização não há recuperação das áreas degradadas.

5.1.4 Atividades de extração mineral

A natureza da atividade de mineração, em si, é uma atividade essencialmente modificadora e degradadora dos elementos naturais, pois consiste no ato ou efeito de extrair, arrancar, pôr para fora, um recurso natural, de modo que este seja disponibilizado para utilização social em inúmeras outras atividades. É, sem dúvidas, uma das atividades humanas mais impactantes na paisagem e, por isso, deve ser avaliada com afincos sua relação custo benefício.

Seus principais efeitos negativos dão-se principalmente nos aspectos estéticos (visuais) do ambiente, descaracterizando por completo a paisagem do local onde a extração ocorre; alteração da topografia do terreno; erosão; desmatamento e impedimento da regeneração da vegetação; geração e emissão de poeiras, vibrações e ruídos, ocasionando poluição sonora e do ar; contaminação dos recursos hídricos pelos resíduos gerados durante a atividade extrativa; além da modificação de leitos de rios e assoreamento de córregos e lagoas.

Os principais materiais extraídos por essa atividade na bacia do Coaçu são: areia fina (vermelha) e grossa, argila, diatomito, saibro e rochas graníticas (Tabela 23), as quais se encaixam na classe II do Decreto Nº 62.934, de 02 de julho de 1968, que regulamenta o Código de Mineração 227/67. Na classe II incluem-se as pedreiras e demais formas de extração, como jazidas, cujas substâncias minerais sejam destinadas para emprego imediato na construção civil, que é o caso dos recursos citados. A Tabela 23 caracteriza as principais substâncias minerais encontradas na Bacia, modo de ocorrência e destinação de uso de cada uma delas.

TABELA 23 – Características, modo de ocorrência e principais usos das substâncias minerais extraídas na bacia do Coaçu

Simbologia / Substância mineral	Características físicas e modo de ocorrência	Principais usos
af – areia fina	Sedimentos fluviais terciários de cor avermelhada e amarelada, textura fina a média, mal selecionados	Agregado miúdo na indústria da construção civil para produção de argamassas
arg – areia grossa	Sedimentos aluvionares associados às planícies de inundação dos rios e riachos, representados por camadas argilosas na porção superior e camadas arenosas na base	Areia destinada para construção na fabricação de concreto, e a argila utilizada como matéria-prima na indústria de cerâmica vermelha, telhas e tijolos
ag - argila		
Diatomito	Depósitos lacustres formados de carapaças de algas diatomáceas microscópicas fossilizadas, compostas, essencialmente, de sílica amorfa, contendo água combinada com impurezas (argila, óxido de ferro etc.)	Utilizado como isolante, filtrante e para encofrantes em de carga industrial
gr – granito	Rochas graníticas, granitoides cinza-claros, ortognaisses de composição granítica, diorítica e granodiorítica e migmatitos	Utilizada na construção civil como pedras britadas, para diferentes utilizações comerciais: concretos, lastros e calçamentos, bases e revestimentos, inclusive asfáltico
Sb - saibro	Cobertura laterítica total ou parcialmente dissecada pelos processos erosivos, oriunda da alteração de diversos tipos de rochas	Destina-se principalmente para obras de base de pavimentação de ruas, rodovias e aeroportos e de pátios de obras

Fonte: DNPM, 1998. Organizado por Lima (2010).

Esses materiais, apesar de serem extraídos em áreas contingentes, são realizados dispersamente na espacialidade da Bacia, a depender do tipo de substância, principalmente areia fina, areia grossa, diatomito e argila, conforme Tabela 23 apresentada, sendo as planícies fluviais, lacustres e os próprios ambientes lacustres do Coaçu os mais explorados, além da Crista Residual de Itaitinga para extração de pedra britada e área de interflúvio do Coaçu nos limites entre Fortaleza e Eusébio para extração de saibro (Figura 46).



FIGURA 46 – Extração de saibro nos limites entre Fortaleza e Eusébio, dos argissolos vermelho-amarelos.

Fonte: Lima, 2008

Ressalta-se que a exploração das substâncias minerais não é recente, em especial para os ambientes lacustres, cuja substância era destinada para fins de subsistência na construção de casas, como bem anota Girão (1979), ao discutir os aspectos naturais dos municípios da Região Metropolitana,

Tais lagoas acumulavam, quase sempre, no seu leito, fartos depósitos de argila preta e humosa, contendo diatomita, os quais, com certa dose de argila, têm sido explorados desde os tempos primitivos para a fabricação de excelente tijolo branco, leve, poroso e – como qualidade preciosa – mau condutor de calor. Mais recentemente, tem-se desenvolvido a sua extração para fins exportáveis. (P. 29-30).

Com raras exceções, entretanto, como a extração de granitos diversos da Crista Residual de Itaitinga e a de saibro retrocitado, a maior parte das atividades de exploração mineral se realiza de modo informal, desconforme ao que dita a legislação ambiental e mineral, além de não haver qualquer tipo de licença do órgão ambiental competente ou mesmo a apresentação de um Plano de Controle Ambiental – PCA.

Por serem atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental, a exigência do Estudo Prévio de Impacto Ambiental - EIA e do respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente – RIMA os torna procedimentos obrigatórios para instalação de atividades dessa natureza. A Resolução CONAMA 10/1990, porém, que estabelece critérios específicos para o licenciamento ambiental dos minerais inseridos na Classe II, afirma em seu Art. 3º, *caput*, e seu § único que,

Art. 3º - A critério do órgão ambiental competente, o empreendimento, em função de sua natureza, localização, porte e demais peculiaridades, poderá ser dispensado da apresentação dos Estudos de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.

Parágrafo Único - Na hipótese da dispensa de apresentação do EIA/RIMA, o empreendedor deverá apresentar um Relatório de Controle Ambiental-RCA, elaborado de acordo com as diretrizes a serem estabelecidas pelo órgão ambiental competente.

Nesse sentido, a dispensa ou não do EIA/RIMA, especificamente para os minerais da classe II, como estão enquadrados os recursos minerais do Coaçu, fica a cargo de um parecer prévio do órgão ambiental competente, de modo que haja o estabelecimento de critérios técnicos e de ordenamento para a exploração.

Verifica-se, no entanto, a ocorrência de jazidas clandestinas, sendo exercidas de forma irregular e em condições precárias, sem nenhum tipo de controle

e/ou monitoramento ambiental, demonstrando a forte carência de atuação por parte do Poder Público, por meio dos órgãos responsáveis pelo controle e fiscalização permanente das atividades utilizadoras de recursos naturais.

Segundo o cadastro de depósitos minerais do DNPM realizado em 1998, nos municípios drenados pelo Coaçu, apenas 41, de um total de 104 depósitos minerais, possuíam situação regularizada naquela época, 20 estavam paralisados e outras 43 em situação irregular (informal). Infelizmente não foram encontrados dados da situação atual dessas atividades e de novas jazidas que possivelmente se instalaram.

A principal e maior atividade de exploração mineral exercida não somente na área de delimitação da bacia hidrográfica do rio Coaçu, mas de toda a RMF, é a localizada na Crista Residual de Itaitinga, cuja exploração acontece desde a década de 1940 (MOTA e MORAIS, 1994), sendo responsável por 60% do fornecimento de pedras britadas e de alvenaria para a Região Metropolitana de Fortaleza e para diversos outros municípios do Estado do Ceará (AQUASIS, 2003).

A exploração mineral nessa Crista Residual teve importância fundamental para o crescimento urbano dos municípios da RMF, especialmente dos drenados pela Bacia. O próprio Município de Itaitinga acusou crescimento em termos populacionais e se desenvolveu economicamente em razão da atividade das pedreiras ali localizadas, constituindo-se na principal atividade econômica e geradora de empregos do município até meados da década de 1990, quando então começaram a se instalar as primeiras indústrias no hoje corredor industrial da BR-116, diversificando e disponibilizando maior oferta de empregos aos habitantes.

A pequena distância dessa área produtora para os principais centros consumidores dos produtos gerados com a exploração das rochas graníticas viabilizou economicamente a continuidade e aceleração da exploração (BRANDÃO, et. al., 1995), mas também ocasionou a ocupação desordenada da Sede municipal de Itaitinga, ao redor da Crista Residual, onde algumas ruas são confrontantes de jazidas em exploração.

A extração ocorre em oito frentes de lavra, sob o método de bancadas (Figura 47), com exploração a céu aberto, consistindo na combinação de desmonte, carregamento e transporte do material. Segundo Mota e Morais (1994), em 1994, eram cinco frentes de lavras, onde a retirada do material se fazia e ainda hoje se faz com o apoio de compressores e explosivos, explorados por seis empresas: Cebrita,

Eisemix, Britaleza, Pedreira Primo, São José e Estrela, sem levar em conta as empresas que trabalham clandestinamente.



FIGURA 47 – Exploração de rochas graníticas em bancadas a céu aberto na Crista Residual de Itaitinga.

Fonte: Lima, 2009.

O processamento do granito ocorre por meio das máquinas de moagem, para transformação em britas. Esse processo ocasiona intensa poluição atmosférica, proveniente da sílica em suspensão, apesar de ser constatada a utilização de água na busca de reduzir o efeito poluidor gerado pela associação dos ventos e poeira. Essa substância afeta a saúde de operários e da população local que adquirem a silicose (doença pulmonar muito conhecida nas áreas de mineração). Há constantes vibrações ocasionadas pelas explosões, causando rachaduras nas paredes das casas, além de ser constatada a poluição sonora.

A Constituição Federal, em seu Art. 225, § 2º, obriga a todos aqueles que explorarem recursos minerais a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com soluções técnicas exigidas pelo órgão público competente. Os investimentos na recuperação de áreas degradadas, entretanto, não ocorrem, e o que se constata é o prejuízo constante dos elementos naturais em nome da exploração mineral sem maiores critérios de controle ambiental.

Em razão do longo tempo de exploração, a Crista Residual está bastante degradada e desconfigurada esteticamente (Figura 48). Inúmeras cicatrizes de antigos pontos de extração, que representam bruscas rupturas topográficas no

Município de Itaitinga, não foram reabilitadas ambientalmente, muitas das quais transformadas em lagos, como pode ser visto na Figura 49.



FIGURA 48 – Descaracterização paisagística em diferentes pontos da Crista Residual de Itaitinga.
Fonte: Lima, 2008 e 2009.



FIGURA 49 – Lago formado da cicatriz de mineração não recuperada em Itaitinga.
Fonte: Lima, 2008.

Guerra e Marçal (2006) apontam para o fato de que as escavações realizadas com o objetivo de exploração de recursos minerais causam não somente

danos estéticos nos locais onde há exploração mineral, como também o rejeito oriundo da exploração traz impactos ambientais negativos em outras áreas, pois o escoamento superficial transporta parte dos rejeitos, assoreando e poluindo os rios, em áreas, por vezes, afastadas da área de mineração.

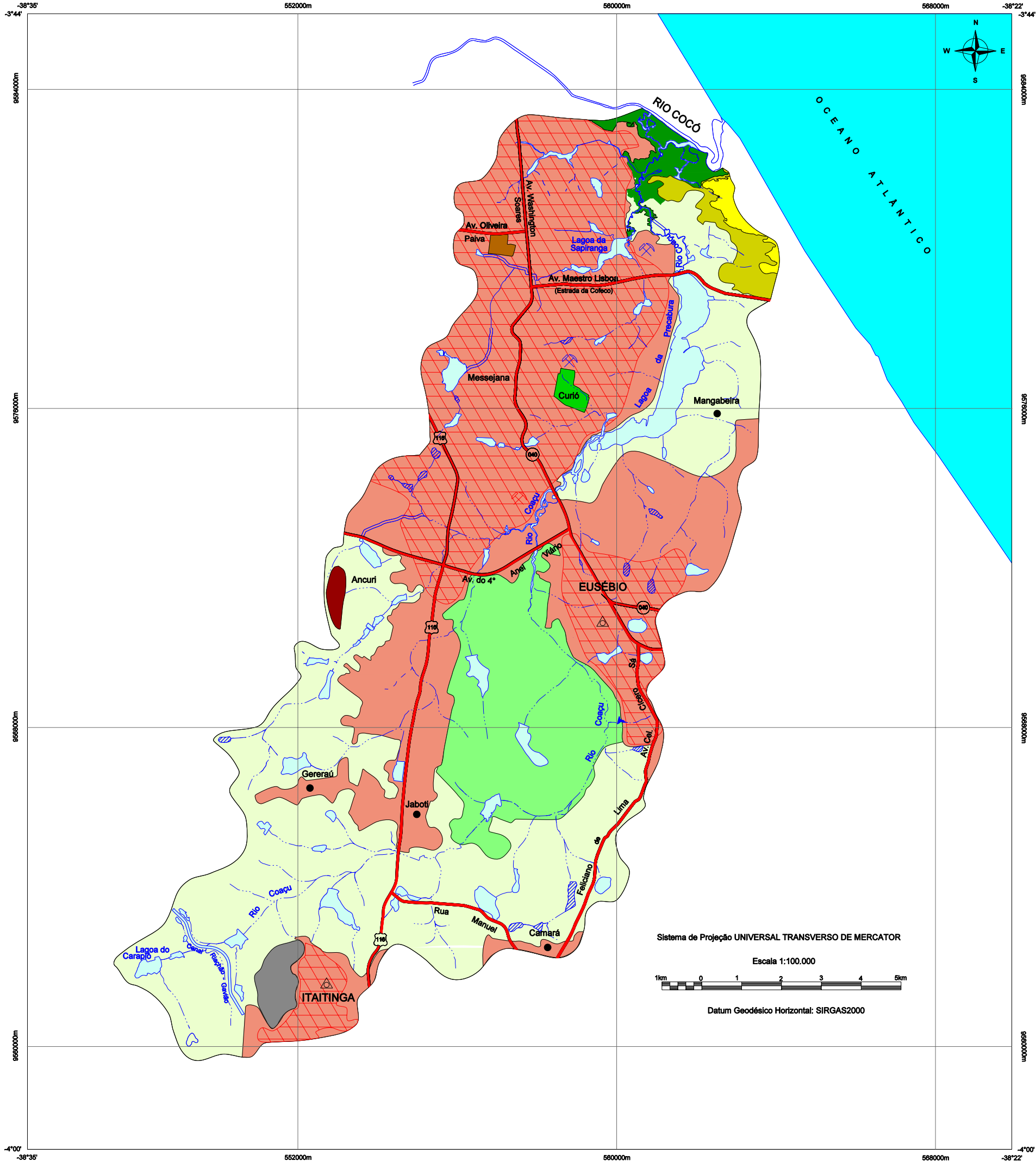
Esse fator é bem identificado nas nascentes do rio Coaçu, uma vez que a extração de granitos se localiza na área leste/sudeste das lagoas do Carapió e Caracanga, local para onde se direcionam os ventos da região. A poluição atmosférica se propaga naquela direção, contaminando e assoreando os corpos hídricos de entorno por meio do material silicoso presente na poeira proveniente do material extraído.

Uma das atividades muito desenvolvidas na área da Bacia refere-se à exploração e comercialização de água mineral. Segundo o DNPM (1998), a atividade é realizada por meio de poços tubulares com profundidade inferior a 60m, tendo como indústrias pioneiras a Indaiá Brasil Águas Minerais Ltda., do Grupo Edson Queiroz, cuja atividade de pesquisa, lavra, envasamento e comercialização se iniciaram em 1977 no sítio Acapulco (Fontes Acapulco I e II), ao leste da lagoa da Sapiranga, na Sabiaguaba; e também pela empresa Naturágua, do grupo Ypióca Águas Minerais Indústria e Comércio Ltda., que iniciou suas atividades em 1991 após aprovação pelo DNPM do relatório de pesquisa mineral para exploração no bairro de lagoa Redonda, vizinho à recente criada Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE da Floresta do Curió.

Como já ressaltado, os impactos ambientais são inerentes às atividades de extração mineral, mas que podem e devem ser realizados, adaptando-se melhor as condições ambientais, utilizando-se de tecnologias alternativas que causem o menor prejuízo possível aos sistemas explorados.

O modelo de exploração mineral identificado na bacia do Coaçu, entretanto, ocorre sem maiores critérios técnicos de planejamento e ordenamento das atividades extrativas, sem adoção de medidas que amenizem os efeitos poluidores dessas atividades e em total descaso para com os elementos naturais e também sociais, refletindo-se em ambientes degradados com altos custos e de recuperação ambiental difícil.

A Figura 50 mostra a espacialização das diferentes tipologias de uso e ocupação discutidas ao longo deste capítulo.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA
 LINHA DE PESQUISA: ANÁLISE GEOAMBIENTAL INTEGRADA E DINÂMICA DAS PAISAGENS SEMIÁRIDAS E LITORÂNEAS
 FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - FUNCAP

Título: **RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU - REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA/CE: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

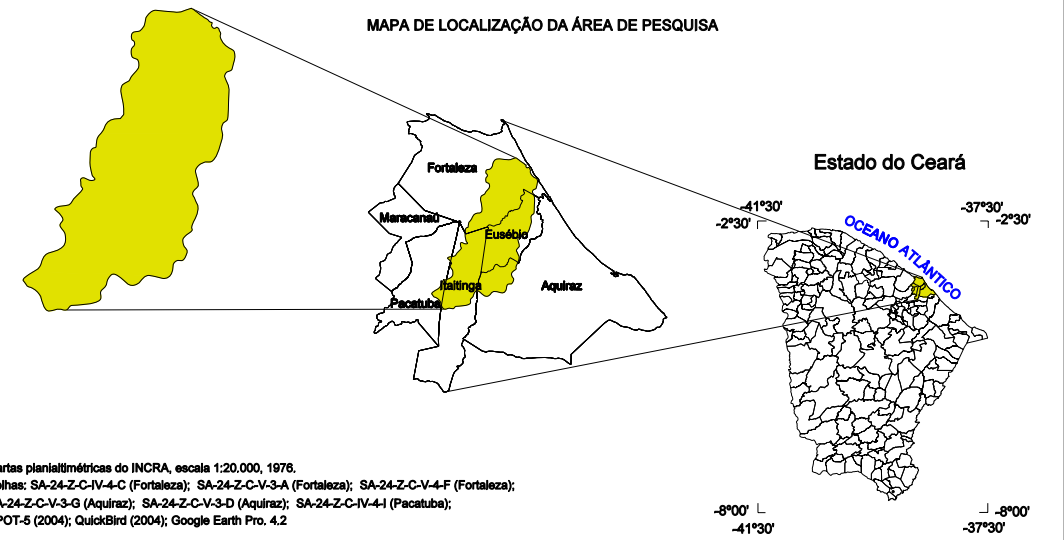
Autor: **JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA** | Orientador: **PROF. DR. FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO**

Figura 50: **Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Coaçu**

LEGENDA

	Urbano - Industrial Área: 34,26 km ²
	Núcleo urbano Área: 58,53 km ²
	Agroecossistemas Área: 67,02 km ²
	Extração de granitos diversos Área: 1,69 km ²
	Exploração de água mineral
	Extração de Saibro
Unidades de Conservação	
	Planície flúviomarinha dos rios Coaçu / Cocó Área : 2,71 km ²
	Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE Floresta do Curió - Área: 0,57 km ²
	Campo de dunas móveis do Parque Natural Municipal da Sabiaguaba - Área: 0,96 km ²
	Campo de dunas fixas da APA da Sabiaguaba Área : 2,51 km ²
Unidades de Conservação Proposta	
	Enclave de Cerrado Área: 0,28 km ²
	Mata de Tabuleiro conservada Área: 21,50 km ²

Sistema de Projeção UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR
 Escala 1:100.000
 Datum Geodésico Horizontal: SIRGAS2000



Fonte: Cartas planialtimétricas do INCRA, escala 1:20.000, 1976.
 Folhas: SA-24-Z-C-IV-4-C (Fortaleza); SA-24-Z-C-V-3-A (Fortaleza); SA-24-Z-C-V-4-F (Fortaleza);
 SA-24-Z-C-V-3-G (Aquiraz); SA-24-Z-C-V-3-D (Aquiraz); SA-24-Z-C-IV-4-I (Pacatuba);
 SPOT-5 (2004); QuickBird (2004); Google Earth Pro. 4.2

6. FRAGILIDADE AMBIENTAL E DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL

6.1 Síntese da compartimentação e fragilidade dos sistemas ambientais

O entendimento da dinâmica natural e o aproveitamento dos seus recursos passam, necessariamente, nos dias atuais, pela compreensão integrada com as relações socioprodutivas, que é de onde surgem as explicações dos processos de degradação dos ambientes naturais, onde se busca conciliar o difícil liame entre o desenvolvimento das atividades econômicas com o menor prejuízo possível à natureza.

O estudo de fragilidade ambiental, nesse contexto, baseia-se na compreensão das potencialidades dos recursos naturais ao disponibilizar bens e serviços ambientais de um lado, e das limitações do meio físico de outro, onde o desenvolvimento de atividades econômicas pode se tornar restrito, haja vista a capacidade ou não do ambiente em acolher/suportar a implantação dessas atividades, sempre se tomando por base o entendimento dos processos de intervenção social, das práticas desenvolvidas de utilização e/ou conservação da natureza e das restrições impostas pela legislação ambiental.

Os atributos ambientais são avaliados sobre o fundamento da Teoria dos Sistemas, pressupondo-se que as relações entre os componentes ocorrem por meio da troca de matéria e energia e se refletem em relações de equilíbrio dinâmico (ROSS, 1994).

Sob esta óptica de análise, o autor empregou o conceito de Fragilidade Emergente em cinco graduações ou classes de fragilidade, desde (1) Muito Baixa a (5) Muito Forte, que se refere às unidades ambientais instáveis e, portanto, em desequilíbrio, e que foram intensamente modificadas em razão de intervenções decorrentes de práticas econômicas predatórias; e o conceito de Fragilidade Potencial, quando as unidades se encontram em seu estado natural, em situação de equilíbrio, onde as práticas socioprodutivas ainda não são significativas e não alteraram os sistemas. Assim como as unidades de Fragilidade Emergente, as de

Fragilidade Potencial também são definidas em cinco classes de fragilidade (Muito Baixa; Baixa; Média; Forte e Muito Forte), previsíveis em função das características naturais dos componentes.

Para se alcançar esses diferentes tipos e graus de fragilidade, a compartimentação ambiental teve como base o pressuposto da divisão das unidades de paisagens em zonas homólogas e hierarquizadas, consideradas a partir dos sistemas ambientais distribuídos espacialmente na Bacia do Coaçu e que foram identificadas, considerando sempre a escala de trabalho adotada, nos seguintes sistemas ambientais: planície litorânea; vales fluviais e lacustres; glaciais de deposição pré-litorâneos; maciços, cristas e morros residuais, e depressão sertaneja. E, dentro destes, os seguintes subsistemas ambientais: planície fluviomarina dos rios Coaçu/Cocó; apicuns (unidades de transição); dunas móveis e fixas da Sabiaguaba; planícies fluviais; lacustres; e fluviolacustres; Tabuleiros Pré-Litorâneos; Dique Vulcânico do Ancuri, Crista Residual de Itaitinga e depressão sertaneja.

As principais planícies fluviolacustres identificadas foram as da Precabura e o complexo fluviolacustre da Sapiranga (que engloba as lagoas do Coité, Soldado, Lagoa Redonda e a lagoa homônima). Já as planícies lacustres, as principais foram a do Camará, no Município de Aquiraz, Gereraú, em Itaitinga, e Messejana, em Fortaleza.

A compartimentação do conjunto dos atributos ambientais foi realizada após o levantamento sistemático e de análise das características de todos os componentes, amplamente discutidos no capítulo 3, tendo por base a elaboração final dos Mapas de Geologia e Geomorfologia, Solos e Vegetação, e do entendimento do processo histórico e dinâmico de ocupação e utilização da natureza, materializado espacialmente, para o momento atual, por meio do mapa de uso e ocupação.

Como fator preponderante para análise empírica da fragilidade ambiental, os solos foram categorizados previamente em Ross (1994), baseando-se nas características genéticas destes ante o escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais, em diferentes graus de fragilidade, de acordo com a Tabela 24.

TABELA 24 - Classes de Fragilidade Ambiental quanto aos tipos de solos

Classe de Fragilidade	Tipos de solos
1 – Muito Baixa	Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho e Vermelho-Amarelo textura argilosa
2 – Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
3 – Média	Latossolo Vermelho-Amarelo, Nitossolo Vermelho, Terra Bruna, Argissolo Vermelho-Amarelo textura média-argilosa
4 – Forte	Argissolo Vermelho-Amarelo textura média/arenosa, Cambissolos
5 – Muito Forte	Argissolo com cascalho, Litólicos e Neossolos Quartzarênicos

Fonte: Ross et al., (2008).

Levando, porém, em consideração o fato de que esta classificação se baseou em pesquisas de solos com características e sobre componentes ambientais e de relevos das regiões do centro-sul do País e, principalmente, visando à utilização agrícola, esses dados foram adaptados com base nos estudos de Souza (2000) e Brandão et. al., (1995), para as características e especificidades dos subsistemas ambientais da bacia do Coaçu, que se localiza sobre relevos planos e com utilização predominantemente urbana e industrial. Os critérios estão sintetizados na Tabela 25.

TABELA 25 - Classes de Fragilidade Ambiental quanto aos tipos de solos da bacia do Coaçu

Classe de Fragilidade	Tipos de solos	Características dominantes
1 – Muito Baixa	Sem ocorrências	-
2 – Baixa	Sem ocorrências	-
3 – Média	Argissolos Vermelho-Amarelo	Solos profundos, textura média argilosa, moderadamente ou imperfeitamente drenados; predominando processos pedogenéticos; fertilidade natural média a alta,
4 – Forte	Neossolos Litólicos	Solos rasos; textura argilosa; fertilidade natural média a alta; alta susceptibilidade à erosão
5 – Muito Forte	Neossolos Quartzarênicos;	Solos muito profundos; excessivamente drenados; ácidos; fertilidade natural muito baixa e com alta susceptibilidade à erosão
	Gleissolos;	Solos orgânicos; salinos; mal drenados; muito ácidos e diuturnamente submersos
	Neossolos Flúvicos	Solos profundos; mal drenados; textura indiscriminada; susceptíveis à erosão

Fonte: Souza (2000), Brandão et. al., (1995).

Assim como os solos, Ross (1994) também estabeleceu diferentes graus de proteção da cobertura vegetal e respectivas classes de fragilidade, no entanto, definiram-se os graus de proteção e a correspondente fragilidade de acordo com os critérios da Tabela 26, que segue em linhas gerais o estabelecido por esse autor.

TABELA 26 - Classes de Fragilidade Ambiental e Graus de Proteção pelos tipos de cobertura vegetal

Classe de Fragilidade	Graus de Proteção	Tipos de cobertura vegetal
1 – Muito Baixa	1 – Muito Alta	Mata de Tabuleiro natural arbórea ou arbórea/arbustiva densa; Manguezais conservados com estrato arbóreo; matas ciliares conservadas.
2 – Baixa	2 – Alta	Formações arbustivas naturais ou matas secundárias densas; e formações de estrato herbáceo denso.
3 – Média	3 – Média	Matas secas e caatinga com estrato arbóreo/arbustivo densa e conservadas; Mata de Tabuleiro secundária
4 – Forte	4 – Baixa	Formações florestais conservadas das dunas fixas; cultivos em lavouras temporárias com práticas conservacionistas, matas secas e caatinga com estrato arbóreo/arbustivo aberto.
5 – Muito Forte	5 – Muito Baixa a Nula	Áreas desmatadas, queimadas e degradadas; solo exposto; cultivos em lavouras temporárias sem práticas conservacionistas; formações florestais degradadas das dunas fixas, Mata de Tabuleiro, matas de secas, caatinga e matas ciliares; áreas impermeabilizadas.

Fonte: Figueiredo (1997); Fernandes (1998); Souza (2000). Organizado por Lima com adaptações específicas para a área de estudo.

Os principais aspectos observados para a classificação do ambiente como emergente ou potencial teve como fundamento a forma de utilização da terra pela sociedade, mediante processos ligados a urbanização, expansão de núcleos urbanos, extração mineral ou de modelos de utilização ligados aos agroecossistemas que podem, por exemplo, potencializar o grau de fragilidade emergente. Nas situações em que não houve processos de utilização, ou quando essa utilização ainda ocorre em harmonia com a capacidade de suporte dos componentes, as unidades foram definidas como de fragilidade potencial.

De posse de todos esses dados e com base no cruzamento dos aspectos e características dominantes do meio físico, das potencialidades e limitações dos subsistemas ambientais, definiram-se o tipo e o grau de fragilidade, levando sempre em consideração também o estado de conservação ou degradação da cobertura vegetal.

A classificação quanto ao tipo de fragilidade ambiental final dos diferentes subsistemas ambientais está identificada no Quadro 03.

QUADRO 03 - Classificação dos subsistemas ambientais da bacia do Coaçu quanto ao tipo de Fragilidade Ambiental

Subsistemas ambientais de Fragilidade Potencial	Subsistemas ambientais de Fragilidade Emergente
Dunas móveis	Dunas fixas
Planície fluviomarinha	Planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres
Apicuns	Tabuleiros Pré-Litorâneos
Tabuleiros Pré-Litorâneos com vegetação nativa conservada	Crista Residual de Itaitinga
Dique vulcânico do Ancuri	Depressão sertaneja

Fonte: Elaborado por Lima (2010).

As características dominantes dos sistemas e subsistemas ambientais, o estado e grau de proteção da cobertura vegetal, as potencialidades e limitações de uso, os impactos e riscos de ocupações, bem como a classificação final quanto ao tipo e grau de fragilidade ambiental estão sintetizados no Quadro 04.

Essa metodologia de trabalho permitiu avaliar conjuntamente, com âncora no diagnóstico ambiental realizado, os elementos e processos envolvidos na formação do ambiente natural, designando as potencialidades e fragilidades naturais, bem como sociais, permitindo indicar, com a confecção do mapa-síntese de fragilidade ambiental, as áreas mais propícias e as mais restritas, ou mesmo vetadas, a dinâmica do processo de ocupação na bacia do Coaçu, que será assunto abordado no próximo subtópico.

A Figura 51 sintetiza após o cruzamento de todas as informações do meio físico e social, sendo possível visualizar a espacialização dos diferentes tipos e graus de fragilidade dos subsistemas ambientais.

QUADRO 04 – Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais da bacia do Coaçu

SISTEMA AMBIENTAL: Planície Litorânea						
SUBSISTEMA AMBIENTAL	Características naturais dominantes do meio físico	Grau de proteção da cobertura vegetal	Potencialidades e restrições ao uso		Impactos e riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
			Potencialidades	Limitações		
Planície fluviomarinha	<p>Área resultante do encontro das águas oceânicas com as águas fluviais dos rios Coaçu e Cocó, formado por sedimentos silticoargilosos, ricos em matéria orgânica. O padrão de drenagem é anastomosado com regime fluvial perene, possuindo aproximadamente 10 canais, diferenciados entre gamboas (canais mais estreitos) e canais de maré (canais mais largos), responsáveis pela distribuição de sementes da vegetação de mangue e processamento de nutrientes. É constituído por solos hidromórficos, mal drenados e parcialmente submersos, com alto grau de salinidade e sem distinção nítida de horizontes (gleissolos). A vegetação é pouco diversificada e altamente adaptada ao ambiente salino (raízes suporte e/ou pneumatóforos) e com rica biodiversidade faunística.</p>	<p>Muito Alta nas áreas mais centrais da planície, possuindo ampla faixa de formação arbórea. Nas bordas da planície os desmatamentos e aterramentos têm diminuído essa faixa e/ou substituindo por vegetação secundária.</p>	<p>Área de reprodução de várias espécies da fauna; patrimônio paisagístico; pesca artesanal; pesquisa científica; extrativismo vegetal desde que controlado; ecoturismo; preservação da biodiversidade, tendo em vista a manutenção do equilíbrio ecológico das inúmeras espécies da fauna; lazer.</p>	<p>Restrições legais como o Código Florestal - Lei 4.771/65 e Resolução CONAMA 303/02; Alto teor de salinidade; solos ácidos e de baixa fertilidade natural; áreas constantemente inundadas.</p>	<p>Aterramentos, obras viárias e edificações ocasionam a degradação dos manguezais; diminuição da produtividade biológica e da biodiversidade; despejo inadequado de efluentes e/ou resíduos sólidos contaminação dos recursos hídricos e comprometimento da segurança alimentar da população ribeirinha.</p>	<p>Potencial Muito Forte</p>
Apicuns	<p>Área de transição entre a planície fluviomarinha do Coaçu e as unidades geoambientais adjacentes (dunas móveis, paleodunas e planícies fluviais), mas completamente integrado à planície fluviomarinha por fluxos de materiais geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos. Formado por bancos arenosos, com sedimentos de granulações variadas, e que associados à rede de canais atuam como vetores de distribuição de nutrientes e regulador da temperatura, salinidade, pH e alcalinidade, além de canalizar água doce do aquífero para o estuário. Os altos teores de salinidade, temperatura do solo e insolação impedem que seja recoberta por vegetação de mangue.</p>	<p>Muito Baixa, apresentando, por vezes, estrato herbáceo aberto.</p>	<p>Pesquisa científica; Educação Ambiental; preservação da biodiversidade; ecoturismo.</p>	<p>Solos salinos e de baixa fertilidade natural; lençóis subterrâneos aflorantes a subaflorantes, e por serem áreas adjacentes aos canais de maré, devem ser observadas as faixas de APP.</p>	<p>Aterramentos e edificações podem causar a destruição de sua função reguladora aos subsistemas adjacentes e perda da biodiversidade; poluição dos recursos hídricos.</p>	<p>Potencial Muito Forte</p>

Continua...

QUADRO 04 – Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais da Bacia do Coaçu (continuação)

SUBSISTEMA AMBIENTAL	SISTEMA AMBIENTAL: Planície Litorânea					
	Características naturais dominantes do meio físico	Grau de proteção da cobertura vegetal	Potencialidades e restrições ao uso		Impactos e riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
			Potencialidades	Limitações		
Dunas móveis	<p>Unidades submetidas aos efeitos eólicos e marinhos atuais, formando um cordão de areias praticamente contínuo e paralelo à linha de praia, desde a planície fluvio-marinha do rio Pacoti ao sistema Coaçu/Cocó, com altitudes entre 40 a 50 m, podendo alcançar 60m, repousando discordantemente sobre os Tabuleiros. Possuem sedimentos inconsolidados, não apresentando, portanto, indícios de ação pedogenética, com coloração amareloesbranquiçada, e granulação variando de fina a média, quartzosa e bem selecionada.</p>	<p>Nula, não apresentando revestimento por cobertura vegetal.</p>	<p>Recursos hídricos subterrâneos; devido à alta percolação dos sedimentos; patrimônio paisagístico; pesquisa científica; ecoturismo; patrimônio paisagístico.</p>	<p>Restrições à ocupação - Resolução CONAMA 303/02; sedimentos com transporte muito ativo e fortemente inconsolidados; alta susceptibilidade à contaminação do lençol d'água subterrâneo; baixo suporte para edificações.</p>	<p>Extração mineral pode causar desmonte e interrupção do transporte de sedimentos litorâneos; descaracterização da paisagem; intensificação de processos erosivos por ocupação</p>	<p>Potencial Muito Forte</p>
Dunas fixas	<p>Assim como as dunas móveis, as fixas formam um cordão de areias praticamente contínuo e paralelo à linha de praia, porém, com elevações mais modestas, entre 10 e 35 m, que possibilitam a proteção contra os efeitos da ação eólica. Apresentam, diferentemente das dunas móveis, processos pedogenéticos e por isso também são chamadas de dunas edafizadas. Em razão desse processo, são constituídas por neossolos quartzarênicos, com granulação de fina a média e por vezes siltosa, muito profundos, ácidos, fertilidade natural baixa, excessivamente drenados, portanto, com baixa retenção de umidade; no entanto, as dunas fixas, na bacia do Coaçu, ao impedirem o acesso do rio principal ao mar, propiciam a formação de amplas planícies de inundação, lagoas e alagados, auxiliando na manutenção do recobrimento vegetal.</p>	<p>Baixa, formado por um recobrimento vegetal de estrato arboreoarbustivo, por vezes herbáceo, com padrões fisionômicos diversificados, porém alterados para a plantação temporária de cultivos agrícolas e demais ocupações.</p>	<p>Recursos hídricos subterrâneos; devido à alta percolação dos sedimentos; patrimônio paisagístico; pesquisa científica; ecoturismo; patrimônio paisagístico.</p>	<p>Restrições legais (vegetação fixadora de dunas), Código Florestal e Resolução CONAMA303/02 Baixo suporte para edificações e implantação de sistema viário; alta susceptibilidade à contaminação do lençol d'água subterrâneo.</p>	<p>Atividades extrativas e ocupação desordenada podem provocar descaracterização paisagística, aceleração de processos erosivos e assoreamento das amplas planícies de inundação adjacentes e da planície fluvio-marinha do Coaçu</p>	<p>Emergente Forte</p>

Continua...

QUADRO 04 – Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais da Bacia do Coaçu (continuação)

SUBSISTEMA AMBIENTAL	SISTEMA AMBIENTAL: Vales fluviais e lacustres					
	Características naturais dominantes do meio físico	Grau de proteção da cobertura vegetal	Potencialidades e restrições ao uso		Impactos e riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
			Potencialidades	Limitações		
Planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres	<p>Bastante representativas na bacia do Coaçu, esses subsistemas são resultantes da acumulação fluvial e lacustre. O relevo praticamente plano sobre o qual estão assentados (Tabuleiros Pré-Litorâneos), associadas à baixa competência dos rios, favorece a ampliação da faixa de deposição dos sedimentos fluviais, lacustres e fluviolacustres desde as nascentes até a foz do Coaçu. São, portanto, relevos propícios para receber o excesso hídrico do período chuvoso e que funcionam como recarga e descarga de aquíferos. São constituídos litologicamente por argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas. São sedimentos pouco endurecidos, pouco compactados e geralmente saturados em água, com baixa capacidade de suporte para qualquer tipo de obra da construção civil. Os solos são representados pelos neossolos flúvicos, pouco desenvolvidos, porém, de profundos a muito profundos, muito ricos em matéria orgânica, com alta fertilidade natural. Possuem em geral drenagem imperfeita, com muitos setores permanentemente inundados, com águas paradas e/ou muito lentas.</p>	<p>Muito Baixa, em virtude da degradação intensiva da mata ciliar em toda a extensão da Bacia e principalmente em áreas mais urbanizadas.</p>	<p>Exploração de argilas, areias e cascalhos, desde que com rígido controle ambiental; potencial hídrico por constituir-se em zona de descarga de aquíferos; patrimônio paisagístico; pesca artesanal; pesquisa científica; extrativismo vegetal desde que controlado; ecoturismo; preservação da biodiversidade, essencial para a manutenção do equilíbrio ecológico das inúmeras espécies da fauna e flora; lazer; Educação Ambiental.</p>	<p>Restrições legais: Áreas de Preservação Permanente – APP (Código Florestal - Lei 4.771/65 e Resolução CONAMA 303/02); baixo suporte para qualquer tipo de edificação; áreas periodicamente ou permanentemente inundadas; lençol subterrâneo aflorante a subaflorante.</p>	<p>Ocupações desordenadas ocasionam degradação das matas ciliares; poluição dos recursos hídricos por efluentes e/ou resíduos sólidos, assoreamento dos corpos hídricos, aceleração de processos erosivos e diminuição ou destruição da produtividade biológica e consequentemente da biodiversidade local; agravamento de cheias periódicas; descaracterização paisagística.</p>	<p>Emergente Muito Forte</p>

Continua...

QUADRO 04 – Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais da Bacia do Coaçu (continuação)

SUBSISTEMA AMBIENTAL	SISTEMA AMBIENTAL: Glacis de deposição Pré-Litorâneo					
	Características naturais dominantes do meio físico	Grau de proteção da cobertura vegetal	Potencialidades e restrições ao uso		Impactos e riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
			Potencialidades	Limitações		
Tabuleiros Pré-Litorâneos	Distribui-se paralelamente à linha de costa, possuindo largura variável em toda a extensão da bacia do Coaçu, alcançando as nascentes (extremo sudoeste) que estão a aproximadamente 25 km da faixa de praia. Comportase como um típico glacis de acumulação, cujo relevo é predominantemente plano, estabilizado, rampeado, com leve inclinação em direção ao litoral, entre 2º e 5º, e onde os níveis altimétricos não ultrapassam os 70 m. Devido a este fator, a rede de drenagem pouco incide este relevo tabular, somado ao fato do rio Coaçu possuir baixa capacidade de incisão e, portanto, baixa capacidade de dissecação do relevo. É caracterizado por sedimentos tercioquartenários, arenoargilosos. Predominam os argissolos vermelhoamarelos distróficos (baixa fertilidade natural), ácidos a moderadamente ácidos, profundos a muito profundos. Apresentam, por vezes, caráter hidromórfico, com variações que vão desde moderados a imperfeitamente drenados. Encerra a maior diversificação do complexo vegetacional litorâneo, constituída por mata de tabuleiro (tipo predominante, composto por matas serranas e da caatinga) além da ocorrência de enclaves do cerrado.	Média, apesar de a expansão urbana e utilização agrícola da terra ter provocado retirada de parte da vegetação original, deixando-a fragmentada. Vem sendo substituída por vegetação secundária, especificamente a caatinga.	Instalação de obras viárias e indústrias; expansão urbana; parcelamento do solo; baixo risco de deslizamentos e demais movimentos de massa; exploração de água mineral e mineração de forma geral controlada; cultivo de lavouras temporárias e permanentes; pesquisa científica; extrativismo vegetal desde que controlado;	Solos ácidos e de baixa fertilidade natural. Devem ser observadas as planícies fluviais e lacustres muito presentes nesse subsistema ambiental, uma vez que aterramentos e ocupação adensada podem provocar problemas de drenagem relacionados a enchentes.	Despejo inadequado de resíduos sólidos e efluentes pode ocasionar contaminação dos solos e corpos hídricos; desmatamentos da vegetação nativa de Tabuleiro e matas ciliares ocasionam diminuição ou destruição da produtividade biológica e consequentemente da biodiversidade local; ampliação de áreas inundáveis; mineração clandestina.	Emergente Baixa
Área dos Tabuleiros Pré-Litorâneos com vegetação nativa conservada		Muito Alta, composta pela mata de tabuleiro nativa conservada, com predomínio de estrato arbóreo e arbóreo /arbustivo de estrutura densa.	Pesquisa científica; Educação Ambiental; preservação da biodiversidade; ecoturismo.	Por se tratar da maior e única área conservada de mata de tabuleiro, deve-se restringir a expansão urbana e/ou industrial sobre a área.		Potencial Muito Baixa

Continua...

QUADRO 04 – Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais da Bacia do Coaçu (continuação)

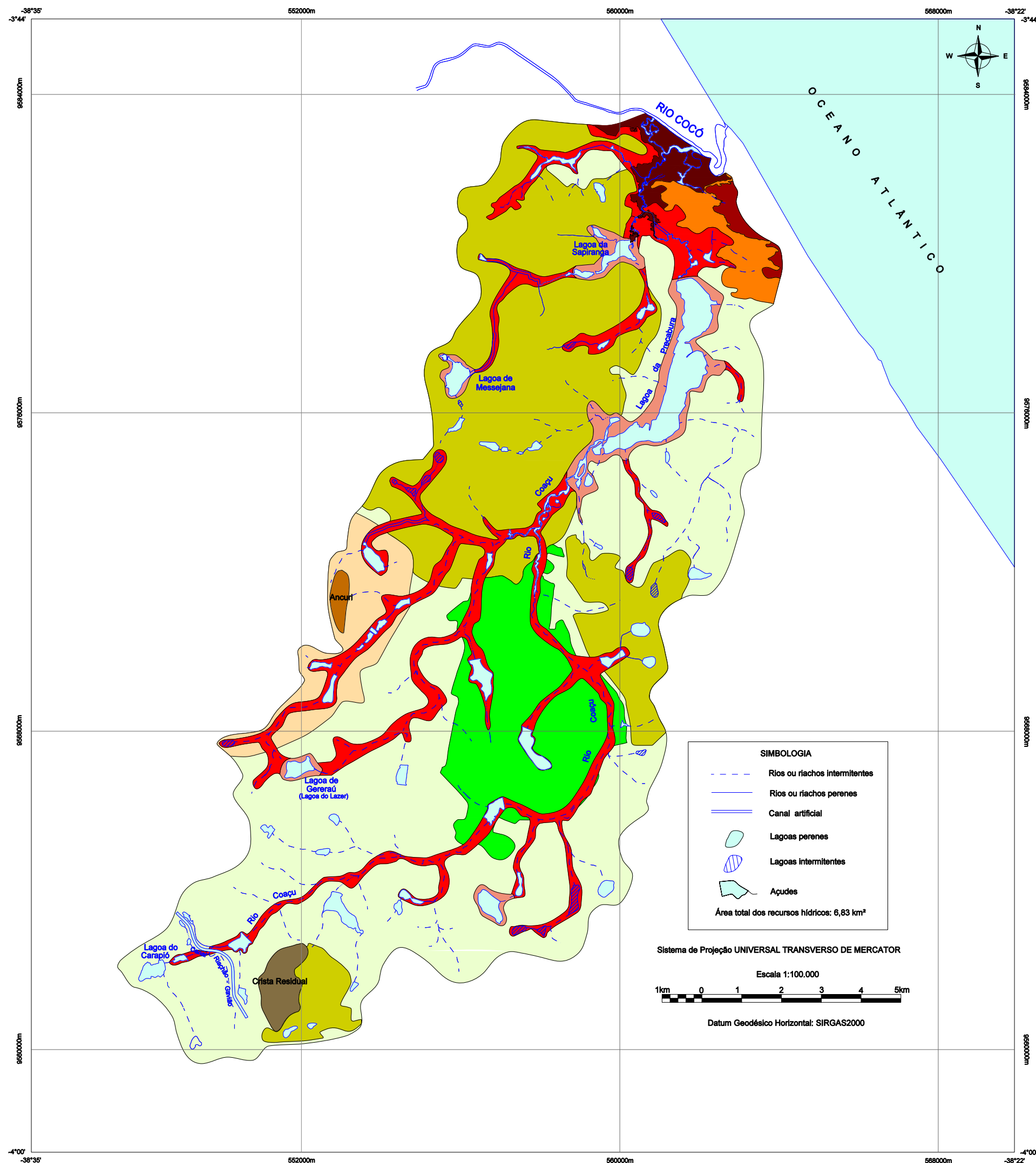
SUBSISTEMA AMBIENTAL	SISTEMA AMBIENTAL: Maciços, Cristas e Morros Residuais					
	Características naturais dominantes do meio físico	Grau de proteção da cobertura vegetal	Potencialidades e restrições ao uso		Impactos e riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
			Potencialidades	Limitações		
Dique Vulcânico do Ancuri	Constitui-se em formação de relevo pontual e de exceção na bacia do Coaçu, em meio à predominância dos Tabuleiros Pré-Litorâneos. Está localizado sobre a pequena porção da depressão sertaneja na área da Bacia, com elevação modesta, 115 m, cuja forma caracteriza-se como um elipsoide. Está associado ao vulcanismo ocorrido no Terciário, envolvendo grandes lineamentos geológicos submarinos, relacionados ao arquipélago de Fernando de Noronha, constituída por rochas vulcânicas alcalinas e por argissolos vermelhoamarelos eutróficos pouco profundos.	Média, formada por formações arbórea / arbustivas densas e abertas das matas secas e caatinga, em bom estado de conservação.	Extração mineral com rígido controle ambiental; alta a média fertilidade natural do solos.	Susceptibilidade à erosão; restrição legal ligada à declividade do relevo; impedimentos à mecanização: implantação viária.	Ocupações e usos inadequados podem Intensificar processos erosivos; empobrecimento da biota e descaracterização da paisagem	Potencial Forte
Crista Residual de Itaitinga	Assim como o Dique Vulcânico, a Crista de Itaitinga constitui-se como uma formação pontual e de exceção. Localizada no setor sudoeste da Bacia, próximo às nascentes, com forma grosseiramente ovalada, com elevações que não ultrapassam os 225m, porém bastante íngremes, tendo seu maior eixo cerca de 2 km. Constituída essencialmente de rochas plutônicas de natureza granítica e pelos argissolos vermelhoamarelos. Em virtude da exploração de granitos diversos durante os últimos 70 anos, essa formação encontra-se em grave estado de degradação.	Muito Baixa, em razão do avançado grau de degradação da cobertura vegetal pelas atividades de mineração. É constituída por matas secas e caatinga	Extração mineral desde que com rígido controle ambiental.	Alta susceptibilidade à erosão; restrição legal ligada à declividade; impedimentos à mecanização: implantação viária.	Intensificação de processo erosivos; empobrecimento da biota; descaracterização da paisagem; risco de deslizamentos.	Emergente Muito Forte

Continua...

QUADRO 04 – Síntese da compartimentação, caracterização e fragilidade dos subsistemas ambientais da Bacia do Coaçu (continuação)

SUBSISTEMA AMBIENTAL	SISTEMA AMBIENTAL: Depressão Sertaneja					
	Características naturais dominantes do meio físico	Grau de proteção da cobertura vegetal	Potencialidades e restrições ao uso		Impactos e riscos de ocupação	Fragilidade Ambiental
			Potencialidades	Limitações		
Depressão Sertaneja	Superfície de aplainamento, representada por extensas rampas pedimentadas que se iniciam na base do Maciço Residual de Aratanha e se direcionam com caimento topográfico em direção ao litoral. É constituída litologicamente de rochas em distintos níveis metamórficos-migmatíticos, gnaisses dioríticos, metaultamáficas. Caracteriza-se como área de transição entre os Tabuleiros Pré-Litorâneos e os maciços adjacentes, composta essencialmente por Neossolos litólicos de pouca profundidade, sempre inferiores a 0,50 cm e de fraca evolução pedológica, associados, por vezes, aos argissolos vermelhoamarelos eutróficos. Apresenta ainda afloramentos rochosos nas áreas mais erodidas.	Muito Baixa, em razão do alto grau de retirada da vegetação nativa por agroextrativismo e pecuária extensiva ou culturas temporárias sem medidas conservacionistas. É composta por caatingas e matas de tabuleiros secundárias, com estrato arbóreo / arbustivo e estrutura aberta.	Instalação de obras viárias e indústrias; expansão urbana; parcelamento do solo; pecuária extensiva; mineração e extrativismo vegetal controlado; Educação Ambiental; solos com fertilidade natural alta.	Solos rasos, afloramentos rochosos; vulnerabilidade à salinização dos solos e dos corpos d'água; escassez de recursos hídricos superficiais.	Aceleração de ações erosivas em razão de modelos agrícolas sem técnicas de conservação; desmatamento intensivo da vegetação e solos pode conduzir a área para processos de desertificação e diminuição da biodiversidade.	Emergente Média

Fonte: Souza (1988; 1997 e 2000); Nascimento (2003a); Brandão et. al., (1995); SUDENE (1974); DNPM (1998); Theodorovicz (1999); Ross (1990; 1994).



Título: **RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COAÇU - REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA/CE: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

Autor: **JOSÉ AURICÉLIO GOIS LIMA** Orientador: **PROF. DR. FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO**

Figura 51: **FRAGILIDADE AMBIENTAL**

LEGENDA

SISTEMA AMBIENTAL	SUBSISTEMA AMBIENTAL	FRAGILIDADE AMBIENTAL	CARACTERÍSTICAS DOMINANTES E RISCO DE OCUPAÇÕES
Planície Litorânea	Planície flúviomarinha	Potencial Muito Forte	Áreas rebaixadas, mal drenadas e inundadas diuturnamente, com complexa biodiversidade e alta capacidade produtiva da fauna e flora. Sua alta fragilidade ambiental é inviabilizadora de inúmeras atividades socioeconômicas, devendo ser protegida como forma de garantir a produtividade biológica e reprodução das espécies.
	Campo de dunas móveis	Potencial Muito Forte	Áreas sujeitas à forte atuação dos ventos, possuindo sedimentos com transporte muito ativo, fortemente inconsolidados (dunas móveis) ou com edafização incipiente (dunas fixas), e altamente susceptíveis à contaminação do lençol freático, apresentando, portanto, baixo suporte para qualquer tipo de edificação.
	Campo de dunas fixas	Emergente Forte	
Vales flúvias e lacustres	Planícies flúvias	Emergente Muito Forte	Áreas propícias para receber excesso hídrico, funcionando como recarga e descarga de aquíferos. Possui sedimentos pouco endurecidos, geralmente saturados em água, drenagem imperfeita, com muitos setores permanentemente inundados, apresentando baixa capacidade de suporte para qualquer tipo de obra da construção civil.
	Planícies lacustres e fluviolacustres		
Glacis de Deposição Pré-Litorâneo	Tabuleiros Pré-Litorâneos	Emergente Baixa	Superfície plana, com solos profundos a muito profundos e ausência de riscos de deslizamentos. Áreas mais propícias ao processo de urbanização / industrialização, desde que observadas as planícies flúvias.
	Área do Tabuleiro Pré-Litorâneo com vegetação nativa conservada	Potencial Muito Baixa	Maior área conservada da vegetação nativa de Tabuleiro isenta de qualquer tipo de uso e ocupação, oferecendo alto grau de proteção aos solos e corpos hídricos.
Maciços, Cristas e Morros Residuais	Dique vulcânico Ancuri	Potencial Forte	Constituída por rochas vulcânicas alcalinas, restrita a utilização agrícola e urbanização, porém favorável a exploração mineral desde que possua rígido controle ambiental.
	Crista Residual de Itaitinga	Emergente Muito Forte	Explorada mineralmente desde 1940, encontra-se fortemente degradada, paisagisticamente descaracterizada, necessitando de medidas emergentes de recuperação ambiental.
Depressão Sertaneja	Depressão Sertaneja	Emergente Média	Superfície de aplainamento constituída por solos rasos propícia a expansão urbana / industrial, desde que sejam observadas as planícies flúvias e fluviolacustres.
	Áreas urbanas e/ou industriais consolidadas com forte descaracterização dos ambientes naturais		

SIMBOLOGIA

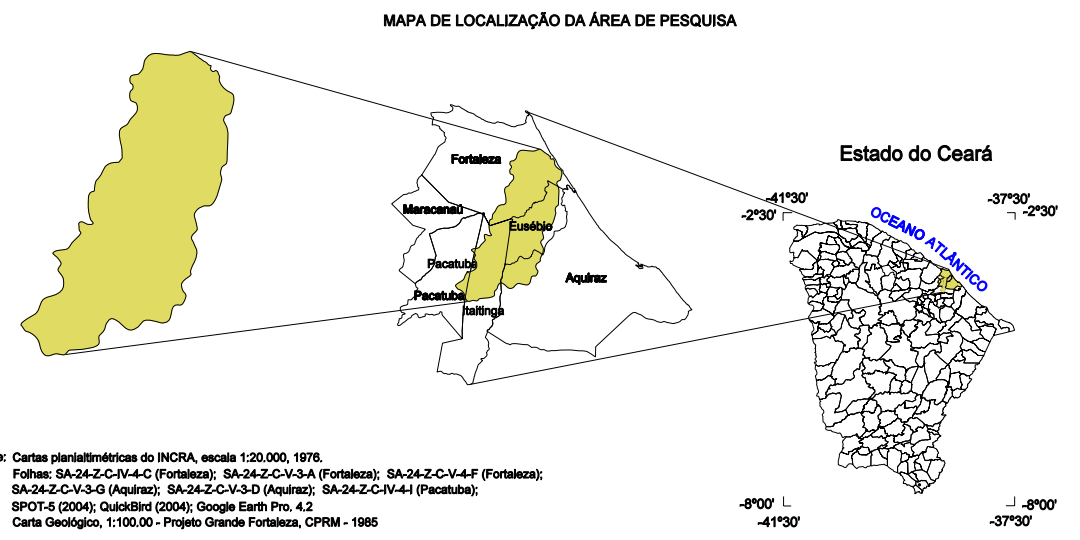
- - - - - Rios ou riachos intermitentes
- Rios ou riachos perenes
- Canal artificial
- Lagoas perenes
- Lagoas intermitentes
- Açudes

Área total dos recursos hídricos: 6,83 km²

Sistema de Projeção UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR

Escala 1:100.000

Datum Geodésico Horizontal: SIRGAS2000



6.2 Subsídios e diretrizes para o planejamento ambiental da bacia do Coaçu

Mesmo não sendo objetivo da pesquisa a realização de um zoneamento de usos dos sistemas e subsistemas da bacia do Coaçu, com a concretização do estudo de fragilidade e da elaboração do mapa-síntese apresentado, é inevitável não indicar diretrizes e limitações ao processo de ocupação, tomando-se por base o entendimento do espaço físico, de modo a haver compatibilidade de exploração dos recursos e respeito à dinâmica natural.

Os diferentes graus de fragilidade dos sistemas são interpretados como informações integradas do meio físico quanto ao nível de suporte ou de respostas do ambiente ante a dinâmica dos diferentes modos de uso, permitindo o planejamento ordenado de ocupação do espaço.

A análise efetuada no estudo de fragilidade permitiu definir quais subsistemas se destinam aos seguintes usos: recuperação ambiental, tendo em vista os processos acelerados de degradação dos componentes naturais; proteção, com uso restrito de modo a manter o espaço livre de alterações que modifiquem o equilíbrio dinâmico; conservação ambiental, onde é permitido a exploração sustentável; e aqueles destinados ao uso intensivo, porém de forma controlada, de modo a não haver destruição dos sistemas, ou pelo menos minimizar a degradação; veja-se o Quadro 05.

QUARO 05 - Classificação dos subsistemas quanto ao uso

Recuperação Ambiental	Proteção	Conservação	Uso intensivo
Planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres	Área do Tabuleiro com vegetação nativa conservada	Dunas fixas	Tabuleiros Pré-Litorâneos
	Planície fluviomarinha		
Crista Residual de Itaitinga	Apicuns	Dique Vulcânico do Ancuri	Depressão sertaneja
	Dunas móveis		

Fonte: Elaborado por Lima (2010).

O quadro 06 apresenta a situação atual e tendencial ante os impactos ocasionados pelos processos socioprodutivos, indicando a fragilidade quanto ao tipo de uso, e, por fim, propõe recomendações e diretrizes a serem implementadas de modo a garantir a conservação dos subsistemas ambientais da bacia do Coaçu.

QUADRO 06 – Cenários de impactos, recomendações e diretrizes de planejamento ambiental dos subsistemas da bacia do Coaçu

SUBSISTEMA AMBIENTAL	CENÁRIO ATUAL E TENDENCIAL	FRAGILIDADE AO USO					RECOMENDAÇÕES E DIRETRIZES
		ALTA		MÉDIA	BAIXA		
		urba- no	indus- trial	agri- cola	obras viárias	Mine- ração	
Planície fluviomarinha	Mesmo sendo protegida por decretos estaduais e municipais, além da legislação ambiental Federal, e estando ainda em bom estado de conservação, são constatados aterramentos nas bordas da planície; avanço da especulação imobiliária; despejo inadequado de esgotos domésticos, resíduos sólidos e detritos, acarretando diminuição da diversidade biológica; desmatamento dos manguezais; conflitos de uso; redução das atividades pesqueiras artesanais e maricultura por moradores locais						Preservação de toda e qualquer forma de ocupação por edificações que causem degradação ambiental; criação definitiva da poligonal do Parque Ecológico do Cocó, o qual engloba parte da planície fluviomarinha do Coaçu; fiscalização e proteção efetiva da APA da Sabiaguaba que também insere parte da planície; embargo e demolição de obras na área de APP; recuperação da vegetação degradada; ampliação da rede de esgotamento sanitário no núcleo urbano adjacente; controle da expansão urbana; intervenção do Poder Público para intermediar conflitos de uso dos moradores locais e gestores das UC's.
Apicuns	Subsistema ambiental protegido sem ocorrências de uso que causem degradação ambiental.						Impedimento de todo e qualquer modelo de uso que ponha em risco a manutenção do estado de conservação da área; fiscalização e proteção efetiva da APA e Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba pelos órgãos gestores das UC's.
Dunas móveis	Subsistema ambiental protegido sem ocorrências de uso que causem degradação ambiental relevante.						Impedimento de todo e qualquer modelo de uso e adensamento ocupacional que ponha em risco a manutenção do estado de conservação da área e do potencial hidrogeológico; fiscalização e proteção efetiva da APA e Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba pelos órgãos gestores das UC's;
Dunas fixas	Expansão urbana desordenada; remoção da cobertura vegetal fixadora e conseqüente diminuição do grau de proteção aos solos e diversidade biológica; alterações na fauna; assoreamento de corpos hídricos adjacentes ao subsistema; desequilíbrio dos processos de transporte e deposição de sedimentos; contaminação do lençol freático; artificialização da paisagem e mineração clandestina.						Observação da legislação ambiental pertinente; evitar qualquer iniciativa de uso e ocupação que comprometa físico-quimicamente o potencial hidrogeológico, uma vez que os solos possuem alta percolatividade, sendo altamente vulneráveis à contaminação; preservação de toda e qualquer forma de adensamento ocupacional; fiscalização e proteção efetiva da APA e Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba pelos órgãos gestores das UC's e órgão públicos ligados à proteção do meio ambiente; estabelecimento criterioso de diretrizes técnicas de exploração mineral, instalação de obras viárias e ocupação urbana; implementação de zoneamento onde se possa delimitar áreas para mineração, com definição de níveis de restrições e de proteção da cobertura vegetal; reabilitação de áreas degradadas.

Continua...

QUADRO 06 – Cenários de impactos, recomendações e diretrizes de planejamento ambiental dos subsistemas da bacia do Coaçu (continuação)

SISTEMA AMBIENTAL: Vales fluviais e lacustres; Glacis de Deposição Pré-Litorâneo							
SUBSISTEMA AMBIENTAL	CENÁRIO ATUAL E TENDENCIAL	FRAGILIDADE AO USO					RECOMENDAÇÕES E DIRETRIZES
		ALTA		MÉDIA		BAIXA	
		urba- no	indus- trial	agri- cola	obras viárias	mine- ração	
Planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres	Degradação generalizada; aterramentos indiscriminados e ocupações irregulares tanto pela iniciativa privada ligada à especulação imobiliária como por comunidades de baixa renda; despejo inadequado de esgotos domésticos e industriais, resíduos sólidos e detritos, acarretando a contaminação dos corpos hídricos, diminuição da diversidade biológica e eutrofização excessiva; degradação e extinção da mata ciliar e áreas de APP; retificação de rios, riachos e lagoas; desfiguração da paisagem; erosão das margens e assoreamento dos fundos de vale; inundações; propagação de doenças hidricamente transmissíveis.						Elaboração de estudos técnicos e científicos emergentes para a criação da UC da planície fluviolacustre da Precabura, tendo em vista ser a maior planície com aproximadamente 6km ² e com relevante conjunto de atributos ambientais, e posterior criação de mosaico de UC's da região; medição da qualidade da água do rio Coaçu nas proximidades do Cemitério Jardim Metropolitano para corrigir possíveis contaminações ocasionadas pelo necrochorume. Observação da legislação ambiental pertinente (Código Florestal e Resolução CONAMA 303/02); atualização e reelaboração do Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza; reabilitação da faixa de proteção da cobertura vegetal; preservação de toda e qualquer forma de uso e ocupação por edificações e que causem degradação e contaminação dos recursos hídricos; fiscalização e proteção efetiva pelos órgãos públicos ligados à proteção do meio ambiente; embargo e demolição de obras nas áreas de APP; nas áreas urbanizadas, construção de parques e áreas de lazer como medida de controle da expansão urbana desordenada ou outros tipos de uso compatíveis com a alta fragilidade ambiental desses subsistemas; recuperação ambiental, fiscalização e proteção efetiva da do complexo fluviolacustre da Sapiiranga que está inserido na APA da Sabiaguaba;;
Tabuleiros Pré-Litorâneos	Aterramentos indiscriminados e remoção de áreas alagáveis; expansão urbana desordenada; despejo inadequado de resíduos sólidos e efluentes; rede de esgotamento sanitário deficiente; poluição dos recursos hídricos; desmatamento descontrolado da vegetação nativa; ampliação de áreas inundáveis devido a assoreamentos e mineração clandestina; diminuição ou destruição da produtividade biológica e conseqüentemente da biodiversidade local; impermeabilização excessiva nas áreas urbanas.						Estabelecimento de limites para ocupação e ordenamento emergente da expansão urbana como forma de garantir a proteção de ambientes ecologicamente relevantes como cursos d'água e vegetação, e como meio de utilização desse subsistema sob critérios conservacionistas, evitando a impermeabilização excessiva do espaço; planejamento e execução da ampliação da rede de esgotamento sanitário; recuperação de áreas alagáveis; recomposição da vegetação degradada; em função da baixa profundidade do lençol, principalmente nas áreas mais areno-argilosas, não se deve instalar fontes potencialmente poluidoras como aterros sanitários.

Continua...

QUADRO 06 – Cenários de impactos, recomendações e diretrizes de planejamento ambiental dos subsistemas da bacia do Coaçu (continuação)

SISTEMA AMBIENTAL: Glacis de deposição Pré-Litorâneo; Maciços, Cristas e Morros Residuais; Depressão Sertaneja							
SUBSISTEMA AMBIENTAL	CENÁRIO ATUAL E TENDENCIAL	FRAGILIDADE AO USO					RECOMENDAÇÕES E DIRETRIZES
		ALTA		MÉDIA	BAIXA		
		urba- no	indus- trial	agri- cola	obras viárias	mine- ração	
Área dos Tabuleiros Pré-Litorâneos com vegetação nativa conservada	Unidade sem ocorrências de uso que causem degradação ambiental.						Mesmo sendo uma área de baixa fragilidade ambiental para diversos usos e ocupações, mas em virtude de ser a maior área com vegetação de Tabuleiro nativa e em excelente estado de conservação, faz-se necessário impedir todo e qualquer modelo de uso que ponha em risco a manutenção do estado de conservação da área; elaboração de estudos técnicos e científicos que embasem a criação de uma UC na área, tendo em vista o acelerado processo de urbanização e industrialização de entorno.
Dique Vulcânico do Ancuri	Subsistema ambiental sem ocorrências de uso que causem degradação ambiental relevantes.						Impedimento de todo e qualquer modelo de uso que provoque processos erosivos, tendo em vista a alta declividade do relevo, e que ponha em risco a manutenção do bom estado de conservação da área; favorável à extração mineral, porém com rígido controle ambiental.
Crista Residual de Itaitinga	Degradação generalizada; desconfiguração paisagística; erosão intensiva dos solos; mineração clandestina; emissão de ruídos, vibrações e poeira, mesmo sendo constatada a utilização de água por empresas de mineração regularizadas com o intuito de diminuir o efeito poluidor da moagem de britas; formação de lagos em áreas extrativas abandonadas sem reabilitação ambiental; crescimento urbano desordenado; desmatamento intensivo da vegetação.						Elaboração e execução emergente de planos de recuperação ambiental para toda a Crista Residual e região de entorno; elaboração de zoneamento do subsistema como meio para definir áreas mais propícias à extração e áreas a serem protegidas; elaboração e execução de controle de ruídos e poeiras.
Depressão Sertaneja	Exploração indiscriminada da caatinga arbórea/arbustiva, provocando degradação da cobertura vegetal nativa e consequente redução da biodiversidade; exposição dos solos aos efeitos erosivos; aumento de setores com afloramentos rochosos; ausência de controle da expansão urbana na área conurbada entre Fortaleza e Itaitinga.						Recuperação ambiental da vegetação nativa degradada; ordenamento da expansão urbana em conjunto pelas prefeituras de Itaitinga e Fortaleza; elaboração de zoneamentos para definir áreas de extrativismo vegetal e áreas a serem protegidas.

Fonte: Elaborado por LIMA (2010) com base em Souza (2000); Nascimento (2003a); Brandão et. al., (1995); DNPM (1998) e Theodorovicz (1999).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ante os resultados e discussões constatados e apresentados ao longo da pesquisa, estes permitem considerar que a bacia hidrográfica do rio Coaçu como unidade espacial de análise e planejamento ambiental, mesmo drenando uma modesta porção territorial, 197,4 km², da Região Metropolitana de Fortaleza, é representativa de um amplo e complexo mosaico de unidades geoambientais, e também reflexo dos condicionantes socioeconômicos de produção do espaço da atualidade.

Mesmo possuindo unidades geoambientais conservadas, e ocupação, de certo modo, pouco adensada em comparação a outros espaços de Fortaleza e de sua Região Metropolitana, como nas bacias hidrográficas dos rios Cocó e Maranguapinho, suas paisagens se apresentam alteradas artificialmente e degradadas - cabendo destaque às planícies fluviais e, sobretudo, seus talwegues.

Com o cruzamento das informações levantadas no estudo de Fragilidade Ambiental, chegou-se à conclusão de que apenas 25,71 km², o equivalente a 13,03% da área total da Bacia, são classificadas como unidades de Fragilidade Potencial, em que a interferência da sociedade ainda não foi significativa; anotam-se aí os geoambientes das dunas móveis, apicuns, área dos Tabuleiros Pré-Litorâneos com vegetação nativa conservada e planície fluviomarinha; e que a maior parte da bacia, 171,69 km², o que corresponde a 86,97% da área total, é classificada como unidades de Fragilidade Emergente, onde as interferências sociais causaram, em diferentes níveis, modificações nos componentes naturais. Estão nesta categoria os Tabuleiros Pré-Litorâneos, dunas fixas, planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres e Crista Residual de Itaitinga.

A explicação dessa constatação refere-se à transformação historicamente recente, ocorrida de forma célere a partir de 1990, de seu espaço natural em espaços urbanos e industriais que se materializam de forma avassaladora e violenta. As unidades geoambientais são intensamente transformadas e adaptadas às novas condições de utilização do solo, porém, de modo desordenado, não sendo respeitadas as limitações do meio físico em acolher/suportar o desenvolvimento das múltiplas atividades socioeconômicas observadas.

Apesar de possuir aproximadamente 78% de seu território constituído por formações geológicas e geomorfológicas favoráveis à urbanização/industrialização, como os Tabuleiros Pré-Litorâneos e Depressão Sertaneja, é justamente sobre as áreas de alta fragilidade ambiental e impróprias a qualquer tipo de ocupação que envolva edificações e que ponha em risco ambiental o espaço, como as planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres, que os problemas de degradação ambiental se mostram mais evidentes e de forma generalizada.

O rastro de fragmentação, destruição e extinção dos geoambientes evidencia-se por meio de canalizações e retinilização de rios, córregos e riachos mediante a implantação de estruturas de concreto; aterramentos dos corpos hídricos e áreas alagáveis sazonalmente; desvios de canais fluviais; despejo inadequado e clandestino do lixo e de outros materiais residuais nas planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres; uso inadequado do solo por práticas agrícolas rudimentares e extrativismo vegetal exacerbado nos Tabuleiros Pré-Litorâneos e Depressão Sertaneja; atividades de extração mineral que operam sem o devido rigor técnico de controle e monitoramento ambiental, principalmente sobre a Crista Residual de Itaitinga e dunas fixas; além de esgotos domésticos e industriais sobre todos os demais subsistemas. Dentre outros casos, estes são alguns dos principais impactos verificados e que comprometem a resistência dos sistemas, refletindo-se nos estados de contaminação e mesmo extinção dos recursos hídricos e dos demais elementos naturais.

Como meio de proteger os recursos hídricos, planícies fluviais e demais ambientes naturais da expansão urbana e dos interesses do mercado imobiliário, inúmeros planejamentos e projetos foram elaborados desde 1970, no entanto, nenhum deles foi executado, quais são os casos: do “Complexo Metropolitano das Lagoas Sapiranga e Precabura”; da proposta de ampliação das faixas de 1ª categoria da Bacia dos rios Cocó e Coaçu; do Plano Diretor Físico do Município de Fortaleza de 1975 (Lei 4486/75); do “Complexo Ecológico Cocó – Coaçu”; do Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de 1978; dentre outros.

Por outro lado, projetos que visavam ao desenvolvimento econômico de Fortaleza, como a implantação e transformação dos sistemas viários em corredores adensados, foram executados. Atualmente, paga-se preço ambiental da trama de relações e interesses individuais e conservadores da elite local e do Estado estabelecidos desde a década de 1970 para a região leste/sudeste de Fortaleza e

municípios vizinhos, área de delimitação da Bacia, que não levaram em consideração a mínima proteção de áreas naturais.

O Estado, em parceria com a iniciativa privada, foram os grandes indutores da transformação e incorporação dos elementos naturais da bacia do Coaçu ao processo de industrialização/urbanização, que, por meio da instalação de infraestruturas, principalmente as vias de transporte, possibilitou não somente melhoria de acessibilidade e valorização das terras adjacentes ao sistema viário, como também processos de ocupação, crescimento e/ou desenvolvimento urbano.

No primeiro momento, entre 1970 e a segunda metade da década de 1990, esse processo ocorreu de forma gradual, mesmo assim com desrespeito à dinâmica da natureza, que, sob a defesa de um “progresso”, a transformou em espaço construído a qualquer custo, sendo a degradação ambiental meramente considerada como um ônus inerente ao desenvolvimento econômico da época.

Na década atual, alegando diminuição do tráfego na avenida Washington Soares, a Prefeitura e o Governo do Estado estão implantando novas vias e duplicação das existentes; no entanto, assim como ocorreu no passado recente, não está havendo fiscalização nem controle no ordenamento do espaço condizente com a acelerada expansão urbana que segue, em linhas gerais, os caminhos abertos da instalação dessas vias.

Os modelos negligentes de uso e ocupação e a expansão urbana sem controle sobre o espaço da Bacia, desenvolvidos ao longo desse recente processo histórico de apropriação, configuram-se como os principais fatores que provocam inúmeras pressões sobre os sistemas ambientais e conseqüentemente gera desequilíbrio ambiental.

Diferentemente do que ocorreu com os rios Cocó e Maranguapinho, onde as alterações das características do meio físico aconteceram essencialmente por populações de baixa renda, na Bacia-teste, constata-se uma situação inversa, visto que há o predomínio de alterações ambientais provocadas por ocupações e empreendimentos ligados aos grupos sociais de alta renda.

As relações socioprodutivas estabelecidas na Bacia pela iniciativa privada, representada pelos especuladores imobiliários, proprietários fundiários, setores da construção civil e sob auxílio e total permissividade do Estado, tem se revelado como os principais agentes modificadores dos geoambientes e geradores de impacto ambiental, em virtude da utilização desconforme da terra.

Os efeitos desse processo desigual e combinado de produção do espaço evidenciam-se não somente na transformação radical dos elementos naturais, como também por meio de processos de segregação socioespacial, imprimindo uma seletividade espacial de ocupação por setores de alta renda, principalmente nos bairros do baixo curso do Rio e no Município de Eusébio. De resto, os grupos sociais excluídos estão sendo impulsionados a habitar as áreas insalubres em regiões periféricas, limítrofes entre Maracanaú, Itaitinga e Fortaleza, deixando-os vulneráveis ambientalmente em face das intempéries naturais anunciadas, bem como dos espaços sazonalmente inundados.

Sob o discurso de empreendimentos ecológicos, de exaltação das potencialidades paisagísticas das áreas verdes ainda remanescentes da bacia do Coaçu, e da exaltação de atributos como qualidade de vida, *status*, felicidade e bem-estar proporcionados pelo morar “integrado à natureza”, o mercado imobiliário dissimula os reais interesses e intencionalidades de apropriação privada da natureza, que, ao se beneficiar de grandes espaços verdes conservados, são os mesmos que têm gerado ambientes degradados, desmatando e aterrando áreas de APP's, substituindo amplas faixas de vegetação nativa por paisagismo estético e mesmo “asfixiando” espaços legalmente protegidos, como Unidades de Conservação local.

Esse modelo de produção e consumo do espaço apresenta-se nefasto ambientalmente e contraditório em sua essência, visto que a prioridade é a acumulação de capital ao transformar elementos da natureza em objetos de consumo, altamente lucrativos e benéficos para agentes produtores e especuladores do espaço que têm ditado as regras de ocupação.

Depreende-se também, que, diante do poder de articulação e de força dos setores ligados ao capital imobiliário, a legislação ambiental e os planos de regulamentação de ocupação do espaço urbano se tornaram peças decorativas, uma vez que se constata o predomínio do não-cumprimento das normas e restrições estabelecidas nas leis.

Somam-se a isto problemas atinentes a: ausência de um planejamento que integre toda a Região Metropolitana - como chegou a ser elaborado a partir da segunda metade da década de 1960 pelo PLANDIRF e Plano Diretor de Drenagem pela AUMEF; falta de sintonia, articulação e de estrutura entre os órgãos diretamente responsáveis pela execução da Política Nacional do Meio Ambiente;

quadro técnico insuficiente e conivência dos órgãos ambientais, refletindo-se numa fiscalização ambiental ineficiente ou mesmo inexistente, que, de modo geral, beneficia a manutenção do *status quo* imperativo do capital imobiliário e de investidores financeiros, sem esquecer os de comércio e serviços, com expansão de suas áreas de atuação.

Todas as transformações e impactos ambientais constatados por este trabalho foram previstos desde a década de 1970 para a Bacia, como constatado pelos relatórios e projetos da AUMEF (1978; 1979 e 1985), quando os espaços, ainda desocupados, já estavam em crescente cooptação pela especulação imobiliária. Os preços, contudo, da ausência da execução de políticas públicas ambientais ou de práticas pontuais no tratamento das questões ligadas ao meio ambiente, se revelam pelo modelo de produção do espaço que se efetiva sob prejuízo constante de suas unidades geoambientais e com graves consequências para toda a sociedade.

Caso a ocupação continue nestes moldes, os cenários evidenciam a possível desconfiguração de sua geomorfologia fluvial e das unidades geoambientais ainda remanescentes e conservadas que a compõem - apicuns, dunas móveis, planície fluviomarinha e a área dos Tabuleiros Pré Litorâneos com vegetação nativa conservada.

Apesar de inserida na Região Metropolitana, a Bacia em causa é pouco conhecida pela sociedade civil e pela academia. De fato, nenhuma pesquisa foi realizada considerando-a no todo, entretanto, longe de esgotar as inúmeras temáticas e possibilidades de estudo presentes sobre o seu espaço e não cobertas ou privilegiadas insuficientemente neste trabalho, esta pesquisa espera ter contribuído cientificamente e que venha alertar, bem como motivar pesquisadores, o Poder Público e a sociedade, para que, em conjunto, possam realizar novos estudos. Ao que cabe ao Executivo, esperam-se políticas públicas urgentes na tentativa de salvaguardar os recursos remanescentes, assim como a execução de medidas políticas, científicas e tecnológicas de recuperação dos ambientes degradados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SABER, Aziz Nacib. Bases. Conceptuais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos. In: _____; MULLER-PAMTENBERG (Orgs.). **Previsão de Impactos**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2006, p. 27-49.

_____. Bases. **Os domínios de natureza do Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ARAÚJO, Gustavo Henrique de Souza; Josimar Ribeiro de Almeida. GUERRA, Antonio José Teixeira. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE PESQUISA E PRESERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS - AQUASIS. **A zona Costeira do Ceará**: Diagnóstico para a Gestão Integrada. Fortaleza: AQUASIS, 2003.

AUTARQUIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – AUMEF. **Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: AUMEF, 1978.

_____. **Urbanização das lagoas da Sapiranga e Precabura – Parque Metropolitano - estudo preliminar**. Fortaleza: AUMEF, 1979.

_____. **Proposta de ampliação das faixas de 1ª categoria – Rio Cocó**. Fortaleza: AUMEF, 1985.

BERNARDES, Júlia Adão; FERREIRA, Francisco Ponte de Miranda. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Orgs.). **A questão ambiental**: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 17-42.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2. ed. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1975.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**: esboço metodológico. In: Cadernos de Ciências da Terra, v. 13. São Paulo: 1969, p. 1-21.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; Silva, A. S.; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 269-300.

_____; SILVA, Antonio Soares. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira. (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-192.

BRAGA, Elza Maria Franco; BARREIRA, Irllys Alencar Firmo. Favela do Dendê: intervenção das políticas sociais e nova dinâmica dos conflitos. In: _____. (Orgs.). **A política da escassez: lutas urbanas e programas sociais governamentais**. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha/ Stylus Comunicações, 1991, 141-177.

BRANDÃO, Ricardo de Lima; et al. **Diagnóstico Geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: CPRM, 1995.

_____. **Sistema de informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – Projeto SINFOR: Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza**. Texto Explicativo. Fortaleza: CPRM, 1995.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. A Segregação como Fundamento da Crise Urbana. In: SILVA, José Borzacchiello da; LIMA, Luiz Cruz; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; (Orgs.). **Panorama da geografia brasileira II**. São Paulo: Annablume, 2006, p. 47-56.

_____. **O Espaço Urbano: Novos Escritos sobre a Cidade**. São Paulo: Edição Eletrônica / LABUR, 2007.

CARVALHO, Osires; Nascimento Flávio. Recursos Hídricos e desenvolvimento sustentável: Escala de Necessidades Humanas e Manejo Ambiental Integrado. **GEOgraphia** – Revista da Pós-Graduação em Geografia da UFF, Niterói, ano 6, n. 12, 2004, p. 111-125.

CASSETI, Valter. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1995. (Coleção Caminhos da Geografia).

_____. A natureza e o espaço geográfico. In: MENDONÇA, Francisco; KOZEL, Salete (Orgs.). **Elementos de Epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002, p. 145-163.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE. **Histórico do sistema Pacoti-Riachão-Gavião**. Disponível em: <<http://www.cagece.com.br/institucional/historia/historia/canalPacotRiachGav>> . Acesso em: 26 jun. 2009.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – COGERH. **Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**. Fortaleza: COGERH, 1999.

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

_____. Geomorfologia Fluvial. In: _____. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980, p. 65-101.

_____. Impactos no meio ambiente urbano ocasionados pela urbanização no mundo tropical. In: SOUZA, Maria Adélia A. de; et al (Orgs.). **Natureza e Sociedade de hoje: uma leitura geográfica**. São Paulo: Hucitec, 1993, p. 127-138.

_____. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: _____; et al., (Orgs.). **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. 2. ed. São Paulo: HUCITEC, 1998, p. 334-345.

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

CHRISTOFOLETTI, Anderson Luís Hebling. Sistemas Dinâmicos: As Abordagens da Teoria do Caos e da Geometria Fractal em Geografia. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, José Teixeira (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 89-110.

CLAUDINO SALES, Vanda. **Lagoa do Papipu: Natureza e Ambiente na cidade de Fortaleza**. 1993. 320f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

_____. Lagoas Costeiras na Cultura urbana da cidade de Fortaleza, Ceará. **Revista da ANPEGE**, Curitiba, ano 1, n 1, p. 89-96, 2003.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos ambientais em áreas urbanas: Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 19-44.

COORDENADORIA D DESENVOLVIMENTO URBANO DE FORTALEZA – CODEF. **Fortaleza: evolução urbana (1603 / 1979)**. Fortaleza: CODEF / IOCE, 1979.

_____. **Proposta para o Sistema Viário de Fortaleza**. Fortaleza: CODEF / PMF / SMP, 1974.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – COGERH. **Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**. Fortaleza: COGERH, 1999.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. **Atlas Digital dos Recursos Naturais do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2003. CD-ROM.

COSTA, Maria Clélia Lustosa da. **Cidade 2000**: expansão urbana e segregação espacial em Fortaleza. 1988. 295f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

_____. Fortaleza: expansão urbana e organização do espaço. In: SILVA, et al (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005, p. 51-100.

CUNHA, Sandra Baptista da. Sistemas Naturais de grandes rios: Degradação e Recuperação. 3. ed. In: SILVA, José Borzacchiello da.; LIMA, Luiz Cruz; ELIAS, Denise (Orgs.). **Panorama da geografia brasileira I**. São Paulo: Annablume, 2006, p. 319-331.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Plano diretor de mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza**. Brasília: DNPM, 1998.

DIÁRIO DO NORDESTE. Centro de Eventos e os transtornos no trânsito. Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/materia.asp?codigo=641547>>. Acesso em: 26 mai. 2009.

ESTEVES, Francisco de Assis; BARBOSA, Francisco Antônio Rodrigues. Eutrofização Artificial: a doença dos lagos. Revista **Ciência Hoje**, SBPC, São Paulo, v. 5, n. 27, p. 56-6, nov/dez, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999.

FARIAS FILHO, José Almir. **Hélio Modesto em Fortaleza Resistência e resistibilidade do Urbanismo Moderno**. Salvador: 2º seminário DECOMOMO N-NE, 2008, 15p.

FERNANDES, Afrânio. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998.

_____. **Fitogeografia brasileira: províncias florísticas**. 3. ed. Fortaleza: Realce Editora, 2006.

FERNANDES, Francisco Ricardo Cavalcanti. **Transformações espaciais no Centro de Fortaleza: estudo crítico das perspectivas de renovação urbana**. 163 p. 2004. 163f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

FERREIRA, Antônio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, vol. 1, nº 1, p. 15-28, 2005.

FIGUEIREDO, Maria Angélica. A Cobertura Vegetal do Ceará: unidades fito-ecológicas. In: INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ – IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: Edições IPLANCE, 1997.

GIRÃO, Raimundo. **Geografia estética de Fortaleza**. 2. ed. Fortaleza: Edições BNB, 1979.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

_____; CUNHA, Sandra Baptista da. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 337-379.

GUERRA, Antonio José Teixeira; Mendonça, Jane Karina Silva. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 111-127.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico e estimativas**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo/divulgacao.shtm>> Acesso em: 12 set. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Regiões de influência 2007**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1246> Acesso em: 12 out. 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE.
Perfis Básicos Municipais. Fortaleza: IPECE, 2009.

_____. **Tipos climáticos do Ceará**. Disponível em:
<http://www.iplance.ce.gov.br/categoria5/tematicos/Tematicos_thumbs/10_tipos_climaticos.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2009.

INVENTÁRIO AMBIENTAL DE FORTALEZA. **Diagnóstico Ambiental e de Recursos Hídricos e Orla Marítima de Fortaleza**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza / SEMAM, agosto de 2003.

KUHLMANN, Edgar. Vegetação do Nordeste. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Nordeste**. V. 2. Rio de Janeiro: SERGRAF/IBGE, 1977, p. 85-110.

LEPSCH, Igo F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

MENDONÇA, Francisco. Geografia Socioambiental. **Terra Livre**, São Paulo, n. 16, p. 113-132, jan./jun. 2001.

MELLO, João Alfredo T et al (Orgs.). **Manguezal ameaçado: impactos sociais e ambientais da criação de camarões em cativeiro**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2005.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. 4. ed. São Paulo: AnnaBlume, 2005.

MORO, Marcelo Freire. **Estrutura e bioinvasão de um fragmento de Cerrado sobre os Tabuleiros Pré-Litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará**. 2009. 90f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

MONTEIRO, Carlos Augusto de. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

_____. Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: Perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. São Paulo: ACIESP, 1978, p. 43-74.

_____. Da Região ao Geossistema. Geografia Física e Contemporaneidade. In: _____. **Geografia Sempre: o homem e seus mundos**. Campinas: Edições Territorial, 2008, p. 101-124.

MOTA, Roberto Freitas; MORAIS, Jáder Onofre de. **Avaliação Geológica de Impactos Ambientais na Pedreira de Itaitinga, Estado do Ceará**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, Balneário de Camboriú-SC, 38, Boletim de Resumos Expandidos, v. 1, p-20-22, SBG, 1994.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do. **Recursos Hídricos e desenvolvimento Sustentável: Manejo Geoambiental na Sub-bacia do Baixo Pacoti – CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia). UECE, Fortaleza: 2003a.

_____; Carvalho Osires. Bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão geoambiental: uma proposta metodológica. **Revista Fluminense de Geografia**, Niterói, n. 2, 2003b, p. 61-82.

_____; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia Física, Geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 6/7, n. 1, p. 167-179, 2004/2005.

_____; CHITARRA, Juliana. **Laudo Técnico Geoambiental com destaque Fitoecológico: Implementação de Unidade de Conservação para proteção de remanescente de vegetação de cerrado em Fortaleza-CE**. Fortaleza: SEMAM, 2006.

NIMER, Edmon. Climatologia do Nordeste. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Nordeste**. V. 2. Rio de Janeiro: SERGRAF/IBGE, 1977, p. 47-84.

_____; BRANDÃO, Ana Maria P. M. Balanço hídrico anual a partir de valores normais e tipologia climática. In: **Revista Brasileira de Geografia**, v. 47 (3/4), p. 373-416, jul/dez, 1985.

O POVO. **Centro da cidade perde Glamour**. Caderno especial – A cidade em ebulição, p. 02. Fortaleza, 15. nov. 2008.

O POVO. **Para onde cresce Fortaleza**. Caderno Fortaleza, p. 05. Fortaleza, 25 set. 2006.

O POVO. **Ponte deve ser concluída em junho.** Disponível em: <<http://opovo.uol.com.br/opovo/fortaleza/945146.html>>. Acesso em: 15 Jan. 2010.

O POVO. **Zona Leste vira sonho de consumo.** Caderno Economia, p. 22. Fortaleza, 19 mai. 2008.

O POVO. **Esgoto e aterramento do Riacho das Lavadeiras.** Disponível em: <<http://opovo.uol.com.br/opovo/fortaleza/709275.html>>. Acesso em: 07 mar. 2008.

PEREIRA, Raimundo Castelo Melo; SILVA, Edson Vicente da. Solos e Vegetação do Ceará: características gerais. In: SILVA, et al (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico.** Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005, p. 189-210.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Os (des)caminhos do meio ambiente.** 14 ed. São Paulo: Contexto, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA - PMF. **Plano Diretor Participativo.** Disponível em: <<http://www.sepla.fortaleza.ce.gov.br/planodiretor>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

_____. **Programa Lagoas de Fortaleza:** relatório do mapeamento batimétrico. Fortaleza: PMF/SEMAM, 2007.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais.** Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, Vol. 21 – Folha Fortaleza, 1981.

RIBEIRO, Luiz César de Queiroz. **Dos cortiços aos condomínios fechados:** as formas de produção da moradia na cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira / IPPUR, UFRJ / FASE, 1997.

_____. **Segregação residencial e políticas públicas:** análise do espaço social da cidade na gestão do território. *Revista brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 3, novembro de 2000.

_____. A MetrÓpole: entre coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito. In: _____ (Org.). **MetrÓpole:** entre coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito. São Paulo: Perseu Abramo, 2004, p. 17-40.

RIZZINI, Carlos Toledo. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2. ed. Rio de Janeiro: Ambito Cultural, 1997.

RODRIGUES, Arlete Moysés. **Produção e consumo do e no espaço**: problemática ambiental urbana. São Paulo: HUCITEC, 1998.

_____. A abordagem ambiental unifica as geografias? In: MENDONÇA, Francisco de Assis; LOWEN-SAHR, Cicilian Luiza; SILVA, Márcia da (Orgs.). **Espaço e Tempo**: Complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico. Curitiba: Associação de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento de Antonina (ADEMAN), 2009, p. 165-180.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990. (Repensando a Geografia).

_____. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n° 8, FFLCH/USP, p. 65-76, 1994.

_____. **Geomorfologia e Geografia aplicadas à gestão territorial**: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental. 2001. 305f. Tese (Livre Docência), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

_____. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 291-336.

_____; et al. Da ecodinâmica à fragilidade ambiental: subsídios ao planejamento e gestão ambiental. In: LEMOS, Amália Inês Geraiges de; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; LUCHIARI, Ailton (Orgs.). **América Latina**: sociedade e meio ambiente. São Paulo: Expressão Popular, 2008. (Série por uma Geografia Latino-Americana).

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Vulnerabilidade Ambiental e áreas de risco na Bacia Hidrográfica do rio Cocó** – Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará. 2006. 218f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2006.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara et al. **Manguezal: ecossistemas entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.

SCIFONI, Simone. **A Construção do Patrimônio Natural**. São Paulo: Labur Edições, 2008.

SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA DO ESTADO DO CEARÁ - SEINFRA. **Obras de duplicação da CE – 040 são iniciadas**. Disponível em: <<http://www.seinfra.ce.gov.br/noticias> >. Acesso em: 25 fev. 2010.

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ – SRH. **Eixão**. Disponível em: <<http://www.srh.ce.gov.br/index.php/eixao>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

SECRETARIA DO TRABALHO E AÇÃO SOCIAL. **Adensamentos favelados em Fortaleza: processos de conformação e alguns traços físicos e organizacionais**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará/DEI, 1991.

SILVA, José Borzacchiello da. A cidade contemporânea no Ceará. In: SOUZA, Simone de (Org.) **Uma nova história do Ceará**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2000, p. 215-236.

SOARES, Joisa Maria Barroso. **Parque ecológico do Cocó: a produção do espaço urbano no entorno de Áreas de Proteção Ambiental**. 2005. 151f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **O desafio metropolitano: um estudo sobre a problemática sócio-espacial nas metrópoles brasileiras**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 73-91, jun/1988.

_____. Geomorfologia. In: INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ – IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: Edições IPLANCE, 1997.

_____. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: Lima, Luiz Cruz, et al. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000, p. 6 – 98.

_____. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: _____, et al (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005, p. 127-140.

SOUZA, Marilena Carvalho de. Proposições urbanísticas x Produção do Espaço. **REVISTA TECNOLOGIA**. Fortaleza, p. 37-51, mar. 1986.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo: IGEO/USP, 1977. 21p. (Métodos em Questão n. 16).

_____. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre**. São Paulo: IGEO/USP, 1978. (Biogeografia n. 14).

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Questão Ambiental: Produção e Subordinação da Natureza**. In: SILVA, José Borzacchiello da; LIMA, Luiz Cruz; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; (Orgs.). **Panorama da geografia brasileira II**. São Paulo: Annablume, 2006, p. 91-99.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. **Levantamento Exploratório** – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará – Boletim Técnico, v. 1, n. 28, Série Pedologia n. 16 – Recife, 1973.

THEODOROVICZ, Antonio; et. al. **Projeto Curitiba: Atlas Geoambiental da região metropolitana de Curitiba** – subsídios ao planejamento territorial. São Paulo: CPRM, 1999.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

TROPMAIR, Helmut. **Sistemas, Geossistemas, Geossistemas paulistas e Ecologia da Paisagem**. Rio Claro: UNESP, 2004.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Paulo: RiMa, HE, 2005.

VEADO, Ricardo Wagner ad-Víncula. **O Geossistema: Embasamento teórico e metodológico**. Exame de Qualificação ao nível de Doutorado. Instituto de

Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Nov. 1995.

VENTURI, Luis Antonio Bittar. O Papel da Técnica no Processo de Produção Científica. In: _____ (Org.). **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 13-18.

VIANA, Maria do Carmo. **Diagnóstico e Zoneamento ambiental da bacia Hidrográfica do Rio Cocó no Município de Fortaleza-Ceará**. 2000. 163f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal do Ceará Fortaleza, 2000.

VILHAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Studio Nobel/FAPESP/Lincoln Institute, 2001.

XAVIER, Terezinha de Maria Bezerra Silva. **Tempo de Chuva: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e o Nordeste Setentrional**. Fortaleza: ABC Editora, 2001.

ZANELLA, Maria Elisa. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In: SILVA, et al (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005, p. 169-188.

_____ ; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Eventos Pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, José Borzacchiello da et al. (Orgs). **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.