

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA
MESTRADO EM RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SANEAMENTO AMBIENTAL**



ALDAN NÓBREGA BORGES

NATAL(RN)
MARÇO DE 2.002

Aldan Nóbrega Borges

**IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU (RN)
DECORRENTES DAS DIVERSAS FORMAS DE USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito à obtenção do título de mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Área de Concentração: Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof^ª. Dra María del Pilar Durante Ingunza.

Co-orientador: Prof^º. Dr. Luiz Pereira de Brito

NATAL (RN)
MARÇO DE 2.002

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. María del Pilar Durante Ingunza
(Presidente)

Dra. Vera Lúcia Lopes de Castro
(1^o Membro)

Prof^o Dr. Elias Nunes
(2^o Membro)

Data: 22 de março de 2.002.

Resultado: _____

O MANIFESTO DA TERRA

“Senhores Seres Humanos,

Hoje acordei aborrecida, com os olhos lacrimejantes de tanta fumaça, a pele irritada, certamente porque minha capa de ozônio está furada e meu ar tem mais ácido. Percorri com estes olhos ardidos os lagos, rios e mares; e os vi mais sujos. Depois chorei, devo confessar, chorei uma lágrima incontida para aliviar meu desgosto e desespero, quando notei que meu vestido, aquele verde, estava rasgado. Eu os culpo por boa parte desses transtornos...

... Como me fariam falta se apesar de todos os conhecimentos que vocês vêm acumulando, enfeiam-me e me adoecem com suas atitudes devastadoras? Aceito as suas réplicas quando acusam que também poluo e degrado meu corpo com meus vulcões, terremotos, tempestades. É verdade, mas o faço dentro dos limites estabelecidos para a continuidade da vida, de suas próprias vidas inclusive, coisa que vocês não sabem e não respeitam sequer.

Sei que sua Ciência é suficiente para diminuir tanta ignorância, pobreza e miséria, que contribuem de forma maciça para a minha deterioração; é suficiente para usar-me criteriosamente rumo a um desenvolvimento sustentável. Mas, se continuarem o seu uso para prejudicar-me, ela não será suficiente para evitar que eu os destrua numa simples faxina doméstica. E se por acaso seu extermínio acontecer por suas próprias loucuras, como numa global poluição radioativa, química ou biológica, eu me recomporei um dia sobre seus fosséis, dando vida a outras vidas mais virtuosas. Estejam certos, ninguém deste mundo do futuro sentirá saudade de vocês, os piores inquilinos que já tive. Portanto, eduquem-se! Sinceramente, preocupadamente,

Terra”.

Crônica do livro “Os veleiros do Infinito – Crônicas Planeta Azul” – 2.000.

Guimarães, Iveraldo: Biólogo Marinho, Cientista e Professor.

DEDICATÓRIA

...à Natureza.

AGRADECIMENTOS

Quando se nomeiam pessoas, órgãos ou entidades em agradecimentos, a probabilidade de se cometer injustiça é muito grande. Não obstante, deixamos consignados nossos sinceros agradecimentos às seguintes instituições e pessoas, sem as quais não seria possível realizar este intento:

à Professora Dra. Maria del Pilar Durante Ingunza, pelos conhecimentos a mim transmitidos e pelas orientações decisivas no decorrer deste trabalho;

quero, por igual, colocar em relevo a colaboração e empenho do Professor Dr. Luiz Pereira de Brito, co-orientador do presente trabalho;

à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, particularmente ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária -Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental-, pela oportunidade a que me foi dada;

ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET/RN);

ao grupo de amigos integrantes do Movimento Pró-Pitimbu (MPP): Clebson Melo, Frederico Fonseca, Josilda Carvalho, Kalazans Bezerra, Regina Marques, Rosinaldo Vieira e Waldemir Santiago, destacando-se a Professora Geógrafa Ana Cláudia Ventura dos Santos, pelo valioso apoio permanente e incondicional, ricas discussões e orientações dadas ao longo desta jornada;

ao Professor Jerônimo Pereira dos Santos e seus monitores João Francisco Júnior e Thiago Lima pela feita árdua e competente do trabalho cartográfico constituído de Computação Gráfica associada ao Sistema de Informação Geográfica (GIS);

ao Dr. Jeezias Bastos da Costa, sustentáculo psico-emocional durante essa caminhada.

Gostaríamos ainda de registrar nossos sinceros agradecimentos:

ao Vereador Fernando Wanderley (Mineiro);

ao Engenheiro Sérgio Macedo;

ao Engenheiro Luiz Augusto Santiago Neto;

ao Biólogo Jorge Bañuelos;

aos geólogos José Gilson Vilaça e Elmo Marinho;

aos professores André Calado, Carlos Bitemilher, Edgar Dantas, Elias Nunes, Flávio Gutenberg Oliveira, Francisco Assis de Oliveira, Iracema Miranda e Vital Maria;

às seguintes instituições: Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SERHID), Empresa de Pesquisa agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (EMATER), Prefeitura Municipal de Parnamirim, Prefeitura Municipal de Macaíba e Prefeitura Municipal de Natal, através da Secretaria Especial de Urbanismo e Meio Ambiente de Natal (SEMURB);

aos amigos Alfredo Grégio, Ana Mônica, Cláudia Tavares, Flávia Milene, Francisco Oliveira, Ilce Marinho, Ivana Aguiar, João de Carvalho, Jorge Oliveira, José Américo Grilo Júnior, Maria Lúcia Barros e Sérgio Pinheiro;

a todas as outras pessoas que contribuíram positivamente para que pudéssemos concretizar a idéia deste trabalho.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XI
ÍNDICE DE QUADROS.....	XII
ÍNDICE DE TABELAS	XII
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUÇÃO	1
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 TRABALHOS DESENVOLVIDOS NA ÁREA EM ESTUDO.....	5
1.2 BACIA HIDROGRÁFICA: INTEGRAÇÃO ENTRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO.....	26
1.2.1 <i>Considerações iniciais</i>	26
1.2.2 <i>A bacia hidrográfica como uma unidade ambiental integrante da hidrosfera e o seu papel no contexto do desenvolvimento da humanidade</i>	28
1.2.3 <i>A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como um instrumento político-administrativo para gestão dos recursos hídricos</i>	33
1.2.3.1 A implementação da AIA no mundo.....	37
1.2.3.2 O Estudo de Impacto Ambiental (EIA).....	39
1.2.3.3 O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).....	39
1.2.3.4 Metodologias.....	40
1.2.4 <i>O arcabouço legal-institucional para a implementação de uma política de desenvolvimento sustentável</i>	43
1.2.4.1 No âmbito Federal.....	44
1.2.4.2 No âmbito do Estado do Rio Grande do Norte.....	46
1.2.4.3 No Município de Natal.....	51
1.2.4.4 No Município de Parnamirim.....	52
1.2.4.5 No Município de Macaíba.....	53
2 ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS DA ÁREA ESTUDADA.....	54
2.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	54
2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E BIÓTICAS.....	55
2.2.1 <i>Clima</i>	55
2.2.2 <i>Geologia</i>	59
2.2.3 <i>Geomorfologia</i>	63
2.2.4 <i>Pedologia</i>	68

2.2.5 <i>Hidrologia</i>	73
2.2.5.1 As águas subterrâneas na região da Grande Natal.....	73
2.2.5.2 As águas superficiais na região da Grande Natal.....	74
2.2.5.3 A sub-bacia hidrográfica do rio Pitimbu no contexto da bacia hidrográfica do rio Pirangi.....	75
2.2.6 <i>Vegetação</i>	81
2.2.7 <i>Fauna</i>	83
3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU (BHRP)	86
3.1 OS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA BHRP: CONSIDERAÇÕES SOBRE O MEIO ANTRÓPICO.....	86
3.1.1 <i>Caracterização político-administrativa</i>	86
3.1.2 <i>Uso e ocupação do solo</i>	89
3.1.3 <i>Qualidade de vida</i>	94
4 METODOLOGIA	106
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	113
5.1 ANÁLISE DO ESTADO AMBIENTAL DA BHRP: CONSIDERAÇÕES SOBRE A CARTOGRAFIA.....	113
5.1.1 <i>A Carta Geo-ambiental da BHRP</i>	113
5.1.2 <i>As cartas Inventário e de Intervenções Pontuais da BHRP</i>	117
5.1.3 <i>Modelo aplicado à cartografia</i>	121
5.2 ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA BHRP IMPOSTA PELOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA MESMA.....	121
5.2.1 <i>Intervenções na BHRP</i>	121
5.2.2 <i>O papel exercido pelo Município de Macaíba na BHRP</i>	126
5.2.3 <i>O papel exercido pelo Município de Parnamirim na BHRP</i>	138
5.2.4 <i>O papel exercido pelo Município de Natal na BHRP</i>	152
5.2.5 <i>Matriz de Interação Qualitativa</i>	160
6 CONCLUSÕES	162
7 SUGESTÕES	166
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.01: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.....	54
FIGURA 2.02: CARTA DE ISOIETAS ANUAIS DA BHRP.....	57
FIGURA 2.03: CARTA MORFO-ESTRUTURAL DA BHRP.....	62
FIGURA 2.04: MAPA GEOLÓGICO E SEÇÃO.....	64
FIGURA 2.05: CARTA FISIAGRÁFICA DA BHRP.....	66
FIGURA 2.06: CARTA DE COBERTURA DE ALTERAÇÃO INTEMPÉRICA DA BHRP.....	70
FIGURA 2.07: CARTA DE CLASSES DE TERRAS PARA IRRIGAÇÃO NA BHRP.....	72
FIGURA 2.08: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU.....	77
FIGURA 3.01: REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL.....	87
FIGURA 3.02: SENTIDO DE CRESCIMENTO DA CIDADE DO NATAL.....	93
FIGURA 3.03: ESTRUTURA DE ARTICULAÇÃO.....	94
FIGURA 4.01: ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA – ROTEIRO SINTÉTICO.....	107
FIGURA 4.02: SISTEMATIZAÇÃO DA SETORIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	111
FIGURA 4.03: SETORIZAÇÃO DA BHRP.....	111
FIGURA 5.01: CARTA GEO-AMBIENTAL DA BHRP.....	114
FIGURA 5.02: CARTA INVENTÁRIO DA BHRP.....	118
FIGURA 5.03: CARTA DE INTERVENÇÕES PONTUAIS NA BHRP.....	120
FIGURA 5.04: MODELO DA ANÁLISE DO ESTADO AMBIENTAL DA BHRP.....	121
FIGURA 5.05: CARTA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BHRP.....	125
FIGURA 5.06: FAZENDA LAGOA SECA – COMUNIDADE DE LAGOA SECA – MACAÍBA/RN - PANORÂMICA DO AÇUDE – AO FUNDO, CASA SEDE DA FAZENDA.....	127
FIGURA 5.07: FAZENDA LAGOA SECA - MUNICÍPIO DE MACAÍBA/RN – VISTA DO SANGRADEIRO DO BARRAMENTO DO AÇUDE NO RIO PITIMBU.....	127
FIGURA 5.08: FAZENDA NOVO HORIZONTE - PANORÂMICA DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM NO RIO PITIMBU OCORRIDO EM JUNHO DE 2000.....	130
FIGURA 5.09: MACAÍBA/RN – PONTE DE VIGÁRIO – RIO PITIMBU - VISÃO DO ESTADO FÍSICO LOCAL APÓS O ROMPIMENTO OCORRIDO EM JULHO DO ANO DE 2000.....	130

FIGURA 5.10: LOCALIZAÇÃO DO CIA/RN.....	132
FIGURA 5.11: CIA/RN - BARRAMENTO DE TERRA - AVENIDA DO PARTIDO URBANÍSTICO DO CIA/RN - CRUZAMENTO COM O LEITO MENOR DO PRINCIPAL CONTRIBUINTE DO RIO PITIMBU - PASSAGEM DE NÍVEL - INTERRUPÇÃO PARCIAL DO FLUXO SUPERFICIAL DE ÁGUA DO PRINCIPAL CONTRIBUINTE DO RIO PITIMBU NOS PERÍODOS MAIS FAVORÁVEIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	134
FIGURA 5.12: CIA/RN - CAIXA DE VISITA DA TUBULAÇÃO COLETORA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO INDUSTRIAL NO LEITO MENOR DO PRINCIPAL CONTRIBUINTE DO RIO PITIMBU.....	134
FIGURA 5.13: CIA/RN - BARRAMENTO DE TERRA - ATERRO PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA, TRANSVERSAL AO LEITO MENOR DO PRINCIPAL CONTRIBUINTE DO RIO PITIMBU, COM ALTURA APROXIMADA DE 4,0M - INTERRUPÇÃO PARCIAL DO FLUXO SUPERFICIAL DE ÁGUA DO PRINCIPAL CONTRIBUINTE DO RIO PITIMBU NOS PERÍODOS MAIS FAVORÁVEIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA - EROSIÃO (VOÇOROCAS) – ASSOREAMENTO.....	135
FIGURA 5.14: CIA/RN - BARRAMENTO DE TERRA - ATERRAMENTO DO ALVEO DO PRINCIPAL CONTRIBUINTE DO RIO PITIMBU PARA INSTALAÇÃO DAS LAGOAS DO SITEL - INTERRUPÇÃO TOTAL DO FLUXO SUPERFICIAL DE ÁGUA DO PRINCIPAL CONTRIBUINTE DO RIO PITIMBU NOS PERÍODOS MAIS FAVORÁVEIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	136
FIGURA 5.15: FOTOGRAFIA AÉREA DO PRINCIPAL CONTRIBUINTE DO RIO PITIMBU.....	137
FIGURA 5.16: CEMITÉRIO PÚBLICO MUNICIPAL DE PARNAMIRIM (RN) VISÃO DE UMA BOCA DE LOBO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS – ESGOTAMENTO SANITÁRIO CLANDESTINO - CUJO DESTINO É O RIO PITIMBU NA COMUNIDADE DE PASSAGEM DE AREIA.....	141
FIGURA 5.17: CAIXA DE VISITA DO SISTEMA DE DRENAGEM DO CEMITÉRIO PÚBLICO MUNICIPAL DE PARNAMIRIM – DETALHE DO EFLUENTE LÍQUIDO PROVENIENTE DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	141
FIGURA 5.18: PONTO DE LANÇAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS PROVENIENTES DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS/ESGOTAMENTO SANITÁRIO QUE ATENDE AO CEMITÉRIO PÚBLICO MUNICIPAL DE PARNAMIRIM (RN) E ADJACÊNCIAS.....	142
FIGURA 5.19: FLAGRANTE DE UMA ENCHENTE NA ÁREA ADJACENTE AO CEMITÉRIO PÚBLICO MUNICIPAL DE PARNAMIRIM.....	142
FIGURA 5.20: FLAGRANTE DA ENCHENTE OCORRIDA NA LAGOA ANTÔNIO PONTES EM PARNAMIRIM.....	144
FIGURA 5.21: EIT – RESERVATÓRIO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS DESCARTADOS NO PROCESSO INDUSTRIAL QUE CONTÉM BETUME, DENTRE OUTROS HIDROCARBONETOS.....	145
FIGURA 5.22: SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DA BR-304 – EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES SIDORE E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA FAVELA LOCALIZADA AO LADO DA REFERIDA INDÚSTRIA – DESTINO: RIO PITIMBU (MOITA VERDE - BR-304 – PARNAMIRIM/RN - INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES SIDORE (BR-304 – PARNAMIRIM/RN).....	146
FIGURA 5.23: INDÚSTRIA DE ÁGUA MINERAL INDAIÁ - LANÇAMENTO DO EFLUENTE PROVENIENTE DA LAVAGEM DAS GARRAFAS/GARRAFÕES DE ÁGUA DIRETAMENTE NO RIO PITIMBU (BR-304 – PARNAMIRIM/RN).....	147
FIGURA 5.24: INPASA – PARNAMIRIM/RN - PONTO DE LANÇAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS À MARGEM DIREITA DO RIO PITIMBU - EFLUENTE COM ASPECTO LEITOSO.....	148
FIGURA 5.25: FAZENDA BOA ESPERANÇA – TRANSPORTE DE SEDIMENTOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL – PROCESSO EROSIVO DA MARGEM ESQUERDA E ASSOREAMENTO DO RIO PITIMBU.....	150

FIGURA 5.26: PARNAMIRIM/RN – Av. TRAMPOLIM DA VITÓRIA (RN-066) - PITIMBU RESORT’S S/A, EMPREENDIMENTO FINANCIADO PELO FINOR – OBRAS PARALISADAS – AO FUNDO, RECORTE DO BARREIRAS PARA CONSTRUÇÃO DA RN-066 - FAZENDA BOA ESPERANÇA.....	151
FIGURA 5.27: PARNAMIRIM/RN – Av. TRAMPOLIM DA VITÓRIA (RN-066) – ÁREA DEFRENTE AO PITIMBU RESORT’S S/A – FORMAÇÃO DE VOÇOROCAS – ASSOREAMENTO DO RIO PITIMBU.	151
FIGURA 5.28: VISÃO DO DESMATAMENTO DA MATA CILIAR, À MARGEM DIREITA DO RIO PITIMBU (FAZENDA BOA ESPERANÇA) – AO FUNDO, VISÃO DO DESMATAMENTO E DESLIZAMENTO DAS DUNAS, ASSOREANDO DO RIO, À MONTANTE DA PONTE NA AV. TRAMPOLIM DA VITÓRIA (RN-066) – NOVA PARNAMIRIM/RN.	152
FIGURA 5.29: RUA DOS COMETAS –MARGEM ESQUERDA DO RIO PITIMBU – VERTENTE - DEPOSIÇÃO DE LIXO PRÓXIMO AO CONJUNTO HABITACIONAL PARQUE ZONA SUL - GUARAPES/PLANALTO/NATAL (RN) – CARREAMENTO DE RESÍDUOS PELAS CHUVAS.	156
FIGURA 5.30: RUA DOS COMETAS – MARGEM ESQUERDA DO RIO PITIMBU – VERTENTE - DEPOSIÇÃO DE LIXO PRÓXIMO AO RIO – CARREAMENTO DE RESÍDUOS PELAS CHUVAS.	156
FIGURA 5.31: RUA DOS COMETAS – MARGEM ESQUERDA DO RIO PITIMBU – ESTUDANTES DA UFRN REALIZANDO A LIMPEZA SIMBÓLICA DO RIO.	157
FIGURA 5.32: “PONTE SUBMERSA” – DIVISA DOS MUNICÍPIOS DE NATAL E PARNAMIRIM – MARGEM DIREITA DO RIO PITIMBU – LAZER POPULAR – DOMINGO.	157
FIGURA 5.33: “PONTE SUBMERSA” – DIVISA DOS MUNICÍPIOS DE NATAL E PARNAMIRIM – MARGEM ESQUERDA DO RIO PITIMBU.	158
FIGURA 5.34: LOCALIDADE DE PLANALTO (GUARAPES/NATAL/RN): VISÃO DE UM PONTO DE CAPTAÇÃO D’ÁGUA DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.	159
FIGURA 5.35: LOCALIDADE DE PLANALTO (GUARAPES/NATAL/RN): VISÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DOS EFLUENTES DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS – AO FUNDO, VISÃO DOS CORDÕES DUNARES QUE SOBREPÕEM O BARREIRAS À MARGEM ESQUERDA DO RIO PITIMBU.	159
FIGURA 5.36: LOCALIDADE DE PLANALTO (GUARAPES/NATAL/RN): DETALHE DA TUBULAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DOS EFLUENTES DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	160
FIGURA 7.01: MODELO DE PONTOS REPRESENTATIVOS DAS INTERVENÇÕES QUE IMPLICAM NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PITIMBU, DE MONTANTE PARA JUSANTE.....	167

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 2.01: PERCENTUAL DE ÁREA TERRITORIAL FISIOGRAFICA EM RELAÇÃO À BHRP.	67
GRÁFICO 2.02: PERCENTUAL DE ÁREA TERRITORIAL DE SOLOS EM RELAÇÃO À BHRP.	71
GRÁFICO 2.03: PERCENTUAL DE ÁREA TERRITORIAL DE CLASSES DE TERRAS PARA IRRIGAÇÃO EM RELAÇÃO À BHRP.	71
GRÁFICO 3.01: PERCENTUAL DE ÁREA TERRITORIAL DOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA BHRP.	86
GRÁFICO 3.02: ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL (IDHM) E ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL - GERAL E LONGEVIDADE - 1991.	96
GRÁFICO 3.03: ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL - EDUCAÇÃO E RENDA - 1991.	96
GRÁFICO 3.04: ÍNDICE DE CONDIÇÕES DE VIDA (ICV) E ÍNDICE DE CONDIÇÕES DE VIDA - GERAL, LONGEVIDADE E EDUCAÇÃO - 1991.	97
GRÁFICO 3.05: ÍNDICE DE CONDIÇÕES DE VIDA - INFÂNCIA, RENDA E HABITAÇÃO - 1991.	97
GRÁFICO 3.06: ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL (IDHM) - EVOLUÇÃO.	98
GRÁFICO 5.01: PERCENTUAL DE ÁREA TERRITORIAL DAS MORFO-ESTRUTURAS EM RELAÇÃO À BHRP.	115
GRÁFICO 5.02: PERCENTUAL DE ÁREA TERRITORIAL DA BHRP EM RELAÇÃO À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANGI.	119
GRÁFICO 5.03: PERCENTUAL DE ÁREAS TERRITORIAIS PRESERVADAS EM RELAÇÃO À BHRP.	119
GRÁFICO 5.04: PERCENTUAL RELATIVO DE ÁREAS TERRITORIAIS PRESERVADAS NA BHRP.	119
GRÁFICO 5.05: PERCENTUAL DE ÁREA TERRITORIAL DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM RELAÇÃO À BHRP.	124
GRÁFICO 5.06: PERCENTUAL DE COMPRIMENTO DE MARGEM EM RELAÇÃO AO RIO PITIMBU.	138

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 4.01: CLASSES DE INTERVENÇÕES PONTUAIS.....	108
QUADRO 5.01: MATRIZ DE INTERAÇÃO QUALITATIVA.....	161

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 3.01: REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL.....	87
TABELA 3.02: ABASTECIMENTO DOMICILIAR DE ÁGUA.....	99
TABELA 3.03: CARACTERÍSTICAS DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO – ZONA URBANA.....	101
TABELA 3.04: QUANTIDADE DE RSU COLETADA.....	103
TABELA 3.05: ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO DOMICILIAR COM BASE NA COLETA.....	103

RESUMO

IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU (RN) DECORRENTES DAS DIVERSAS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Existe atualmente uma preocupação com o processo crescente de ocupação humana desordenada na bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP) e a sua conseqüente degradação ambiental. Isso vem sendo demonstrado através de alertas e denúncias feitas por diversos segmentos da sociedade (cientistas, ONGs, manifestações populares), as quais estão freqüentemente sendo veiculadas pela mídia local e regional.

Essa bacia merece uma atenção especial na medida em que o rio Pitimbu e a lagoa do Jiqui desempenham um papel importante na disponibilização de água doce superficial para a cidade do Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte.

Diante desse cenário, faz-se mister investigar as atuais condições ambientais da BHRP, visando avaliar qualitativamente as implicações ambientais decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo na bacia em tela.

Na presente pesquisa, buscou-se evidenciar a problemática à luz de uma abordagem teórica que contemple o inter-relacionamento das variáveis do meio ambiente, procurando caracterizar os relacionamentos entre os elementos naturais do meio e a dinâmica de uso e ocupação do solo atual.

Constatou-se que esta é uma área ambientalmente frágil e, diante dos diversos usos e ocupação do solo identificados, a BHRP vem passando por um processo de degradação ambiental acentuado, promovendo a deterioração da qualidade de suas águas, tornando assim, iminente o risco de interrupção no abastecimento público de água na região e como conseqüência, vem causando o comprometendo da qualidade de vida da população envolvida.

Conclui-se, portanto, que os fatos analisados indicam a necessidade premente de se promover a gestão integrada da bacia hidrográfica do rio Pitimbu, contando-se, sobretudo, com uma atitude pró-ativa da população envolvida, no sentido de provocar os órgãos responsáveis por essa problemática.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia hidrográfica, Recursos hídricos, Impacto ambiental, Saneamento ambiental, Rio Pitimbu, Lagoa do Jiqui.

ABSTRACT

IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU (RN) DECORRENTES DAS DIVERSAS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

The Pitimbu River Basin (PRB), formed by the Pitimbu River and the Jiqui Lagoon, needs special attention because it is an important water supply reservoir for the city of Natal-RN.

Through the last years this basin has been focused by many social sectors because the increasingly process of disordered occupation of its margins, which consequently, compromises the quality of its water and eventually the life quality of the population.

Due to its importance, the deterioration of the PRB has been in evidence by many sectors of the local media and professionals of the environmental areas. Therefore, it is necessary to evaluate its actual environmental conditions with the particular objective of quantify and qualify all the implications resulted from human activities on the basin.

In this study we exposed the main causes of degradation on the area based on field observations and tied by theoretical review in order to make the inter relationships of the variables.

Based on the results we foresee the possibility of interruption of the public water supply system. We concluded that is necessary an urgent promotion of the integrate management of the Pitimbu River Basin and, particularly, a more active participation of the population and the government sectors responding on this area.

KEY-WORDS: Watershed, Water resources, Assessment Impact, Environmental engineering, Pitimbu River, Jiqui lagoon.

INTRODUÇÃO

As águas doces superficiais existentes, passíveis de serem utilizadas pelo homem de forma economicamente viável e sem grandes impactos ao meio ambiente, correspondem somente 0,001% da água do Planeta. Apesar de trata-se de um recurso extremamente escasso, os recursos hídricos disponíveis no globo são hoje suficientes para atender as necessidades de todos os seres humanos. Contudo, o problema da escassez da água está relacionado, dentre outras questões, à desigual distribuição entre as diversas regiões, às exigências cada vez maiores de consumo, principalmente nos sistemas produtivos, à poluição e contaminação dos recursos naturais (SERHID, 1999).

Com isso, a ocupação humana nas bacias hidrográficas, de forma cada vez mais desordenada, através de atividades de desmatamentos, queimadas, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, ocupações urbanas generalizadas, gerando a impermeabilização dos solos, lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos, tem promovido uma deterioração da qualidade das águas naturais, com riscos de propagação de doenças de veiculação hídrica ao próprio ser humano.

Essa temática tem ocupado lugar de destaque nas conferências internacionais, onde se estima que “80 por cento de todas as moléstias e mais de um terço dos óbitos dos países em desenvolvimento sejam causados pelo consumo de água contaminada e, em média, até um décimo do tempo produtivo de cada pessoa se perde devido a doenças relacionadas com a água” (CNUMAD, 1992).

Fruto de uma crescente conscientização ecológica, a qual tem origem, principalmente, na rápida e gigantesca degradação e poluição ambiental e seus problemas sócio-econômicos subseqüentes, essa problemática tem suscitado uma reflexão sobre as perspectivas futuras da humanidade, promovendo um profundo questionamento sobre as condutas sociais de consumo, além da busca de alternativas que visem harmonizar as atividades humanas com as sadias condições ambientais.

Nesse contexto, a bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP) merece uma atenção especial, na medida em que o rio Pitimbu e a lagoa do Jiqui desempenham um papel importante na disponibilização de água doce superficial para a cidade do Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, na qual cerca de 65% da população é servida com águas

provenientes das fontes subterrâneas, 35%, porém, é atendida com águas oriundas das lagoas do Jiqui e Extremóz¹ (CONPLAM, 2000a²).

Cumprе salientar que 75% da área desse município que se localiza ao sul do rio Potengi (zonas oeste, leste e sul) é suprida por aquíferos e os demais 25% provêm da lagoa do Jiqui. Ademais, a água dessa lagoa se destaca no cenário do abastecimento público dessa cidade em termos qualitativos, tendo em vista que, como exemplo, pode-se expor que “no caso particular da captação Dunas³, fortemente impactada pela ocupação desordenada do solo em torno da sua área, a água produzida pela mesma é recalçada para o reservatório R-3, **onde é diluída com água proveniente da lagoa do Jiqui**”, cujo teor médio de nitrato (NO₃) registrado no período de dezembro de 1996 a dezembro de 1999, foi de apenas 0,27mg/l (CONPLAM, 2000a, p. 11, grifo nosso).

Não obstante essa relevância, observa-se que a bacia hidrográfica do rio Pitimbu tem sido palco de intervenções que estão provocando sua degradação ambiental, podendo, inclusive, culminar com o colapso do abastecimento público d'água da Capital. Isso pode ser constatado em trabalhos de pesquisa, bem como através de alertas e denúncias feitas por diversos segmentos da sociedade (cientistas, ONGs, manifestações populares), as quais estão freqüentemente sendo veiculadas pela mídia local e regional.

Verifica-se, porém, que as pesquisas até aqui realizadas na BHRP trazem em seu bojo uma preocupação com o processo crescente de urbanização e a conseqüente degradação ambiental da bacia em tela, entretanto, carecem de estudos que contemplem toda área da bacia e que estejam voltados para a identificação e análise dos problemas ambientais por ela suportados, com vistas a proporcionar uma orientação quanto ao uso, monitoramento e gerenciamento dos recursos naturais, contribuindo para o planejamento urbano e regional.

Diante do exposto, conclui-se que se faz necessário investigar as atuais condições ambientais da BHRP, visando avaliar qualitativamente as implicações ambientais decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo nessa bacia.

Ademais, entende-se que, somente a partir do conhecimento do real estado de conservação desse geo-ambiente, palco das intervenções antrópicas, dos seus comportamentos

¹ A lagoa de Extremóz situa-se a 15km da cidade do Natal (RN), no município homônimo. É responsável pelo abastecimento d'água de aproximadamente 150.000 habitantes (DUARTE, 1999).

² COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN). Ofício nº 753, de 23 de novembro de 1999 apud CONSELHO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE DE NATAL (CONPLAN). **Esboço de Relatório sobre a qualidade da água em Natal**. Natal, maio 2000a (em elaboração).

³ Dunas é a denominação dada ao aquífero livre existente na Grande Natal (NUNES, 1996).

e inter-relações e das suas perspectivas para o futuro, é que se tem a possibilidade de contribuir para a promoção da sua preservação.

Entende-se, ainda, que a análise das implicações ambientais decorrentes da ação humana deve-se, de um lado, às características intrínsecas dos ecossistemas e, de outro, ao tipo de uso e ocupação do solo, que transforma a paisagem e traz como conseqüências, a poluição das águas doces e a degradação do solo, alterando de forma contundente a qualidade de vida da população que direta ou indiretamente dependem dos recursos naturais da região em apreço.

Para atingir o objetivo acima descrito, a pesquisa cumpre os seguintes objetivos específicos:

- identificar as diferentes formas de ocupação humana atualmente existentes na bacia;
- fazer um levantamento dos pontos (áreas) ambientalmente críticos;
- apontar os possíveis impactos ambientais provocados pelo processo de ocupação nos meios físicos, biótico e antrópico na área em destaque;
- analisar as implicações ambientais relacionadas aos diversos tipos de ocupação, procurando compreender a bacia como uma unidade ambiental.
- subsidiar os órgãos governamentais gestores para a tomada de decisão, vislumbrando uma gestão integrada da bacia em epígrafe, buscando-se implementar uma postura ética que venha ao encontro do princípio do desenvolvimento sustentável, mundialmente requerido;
- Por fim, contribuir para a abertura do meio acadêmico para a sociedade como um todo, almejando reforçar a função social da Universidade que lhe é imputada.

Assim, o presente estudo segue em capítulos elaborados numa seqüência lógica onde o primeiro contém uma revisão bibliográfica que versa sobre o seguinte: trabalhos desenvolvidos na área em estudo e bacia hidrográfica: integração entre meio ambiente e desenvolvimento.

No capítulo 2, são descritos os aspectos físicos e bióticos da área estudada e o capítulo 3, o uso e ocupação do solo e implicações ambientais nessa bacia.

O capítulo 4 traz a metodologia empregada no decorrer do trabalho.

O capítulo 5 expõe os resultados e discussões e o capítulo 6, as conclusões.

Por fim, o capítulo 7, o qual revela algumas sugestões.

Considera-se importante salientar que, diante das características da abrangência do presente trabalho de pesquisa, tem-se a consciência de suas limitações. No entanto, espera-se que seus resultados e conclusões venham a formar uma modesta, mas consistente, contribuição aos estudos voltados às questões ambientais que envolvem a BHRP e que as lacunas e imperfeições aqui identificadas se revertam em motivação para a feitura de novos trabalhos dessa natureza.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A temática a ser abordada na presente pesquisa é bastante ampla. Envolve várias disciplinas e requer uma postura interdisciplinar daqueles que se dedicam a estudar as questões relativas aos impactos ambientais promovidos pelas intervenções humanas no meio ambiente e, particularmente, em bacias hidrográficas. Destaca-se, nesse contexto, que a história das civilizações está atrelada às formas de uso e ocupação do solo no entorno de mananciais - em vales úmidos -, sem os quais inviabilizaria a sua sobrevivência, além de facilitar o desenvolvimento de suas atividades. Desse modo, observa-se que o interesse por essa problemática tem se intensificado nas últimas décadas, proporcionando a produção de um rico acervo bibliográfico.

Tendo em vista a natureza e os objetivos analíticos requeridos por esta pesquisa, desenvolveu-se, neste capítulo, um marco de referência dos diversos aspectos teóricos em que estará consubstanciada a análise pretendida. Ressalta-se, no entanto, que essas referências não se encerram aqui, estarão, portanto, permeando em todo o decorrer das discussões aqui propostas.

Destarte, considerou-se importante apresentar inicialmente uma revisão bibliográfica e documental realizada em estudos que contemplam a área da bacia hidrográfica do rio Pitimbu, com destaque para aqueles produzidos na academia, visando contribuir para uma melhor contextualização da pesquisa ora proposta. Optou-se por expor esses trabalhos obedecendo a uma ordem cronológica.

1.1 Trabalhos desenvolvidos na área em estudo

Nos anos vinte, o então governador do Estado do Rio Grande do Norte, José Augusto, instalou a comissão de saneamento de Natal. Sob a chefia do engenheiro Henrique Novaes, teve como objetivo estudar e projetar as redes de abastecimento de água e de esgotos para a capital desse Estado (CONPLAM, 2000b).

No dia 18 de março de 1924 (CAERN, 19--), o citado engenheiro realizou sua primeira incursão no rio Pitimbu. Relatou que desde 1904 tinha conhecimento da

possibilidade de disponibilidade de suprimento de água para a população da cidade. Revela, no entanto, que a perenidade desse rio é contestada e que suas águas turvam ao sinal das menores chuvas. Complementa expressando que o leito do rio em destaque é formado por areia ou argila muito consistente e que sua declividade não ultrapassa 1,20m por km. Esse fato proporciona alagamento em suas margens, mormente no período mais favorável de precipitação pluviométrica, tendo em vista que madeiras e detritos vegetais, ao não encontrarem uma seção transversal do rio com dimensões suficientes para carrear esses materiais sobrenadantes, estacionam e fixam-se nas margens do rio, comprometendo o fluxo de água em seu álveo, “elevando-se o nível das águas e progressivamente afogando as margens francamente inclinadas” (p. 01). Recomenda que sejam feitas limpezas sistemáticas ao longo do rio, operação considerada fácil e de resultado eficaz. Para Novaes, o rio Pitimbu não oferecia garantia de suprimento d’água nos períodos de estiagem na região em que a ferrovia corta esse manancial. Segundo ele, o rio é perene naquele local, suas águas são límpidas, protegidas, mas disponível quantitativamente apenas para uso da população local. Sugere, no entanto, que sejam construídas galerias ao longo do rio, afastadas 12m do seu leito menor, em suas margens, para a captação e posterior encaminhamento dessas águas para Natal, através de um sistema mecânico. No dia 21 do referido mês, a comissão visitou a lagoa do Jiqui, também conhecida por Tição. Relatou que esse reservatório de águas límpidas continha grande volume d’água, apesar de não ser uma lagoa propriamente dita, mas um alargamento do rio Pitimbu. Avaliou, na ocasião, que poderiam ser explotados 1.500l/s. Apesar de considerar a lagoa em epígrafe fonte conveniente e suficiente para o abastecimento público de Natal, revela ser necessário estudar o regime hídrico dessa lagoa durante todo o ano, com intuito de garantir suprimento d’água mesmo em períodos de estiagem, não descartando a necessidade de se construir uma barragem para tal finalidade.

Costa; Salim (1972) realizaram um estudo denominado “Aspectos estruturais da faixa sedimentar costeira da região de Natal, Rio Grande do Norte”, que tem por finalidade divulgar mais amplamente os últimos resultados concernentes à geologia estrutural dessa faixa territorial. Com 220km², a área objeto desse estudo ocupa quase todo território dos municípios de Natal e Parnamirim. A coleta de material foi realizada através do mapeamento geológico, perfis litológicos de poços e da prospecção geofísica. Destacam que a tectônica de quebraimento da faixa sedimentar de Natal está representada principalmente pelo Graben Natal, de direção nordeste-sudoeste e pelo Graben Parnamirim, noroeste-sudeste. Tem-se pois nessa faixa um estilo tectônico conseqüente e subordinado a fases e ou reativação de fases

diastróficas acontecidas durante os tempos geológicos no escudo cristalino. Para os autores, uma vez que as mais jovens formações do Grupo Barreiras, datadas por Campos; Silva *et al.* (1971 apud COSTA; SALIM, 1972) como do pleistoceno, estão movimentadas no Graben Parnamirim, o diastrofismo na região deve ter-se prolongado até esta época do recente.

Segundo Dantas⁴, a constatação pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, através da Coordenadoria do Meio Ambiente, da “lavagem dos caminhões limpa-fossas em Passagem de Areia” acrescido da existência da grande seca por que estava passando a região em análise no início da década de 80, suscitou a necessidade da criação de uma lei que viesse a classificar esse rio, bem como os demais integrantes da bacia hidrográfica do rio Pirangi, por serem considerados importantes mananciais para abastecimento de água das regiões a que fazem parte (informação verbal). O referido professor informou ainda que aquela Coordenadoria, em convênio com a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste do Brasil (SUDENE), a partir de então passou a monitorar o rio Pitimbu, através de coletas sistemáticas de amostras d’água em alguns pontos desse rio para a realização de análises físico-químicas e bacteriológicas. Nesse sentido, foram solicitadas à Secretaria de Planejamento do Rio Grande do Norte (SEPLAN) medidas legais para controle de despejos industriais e domésticos, bem como o disciplinamento no uso das águas da bacia do rio Pitimbu. Considerando o relatório encaminhado pela Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), o qual apresentou as condições sanitárias do rio Pitimbu em novembro de 1983, a SEPLAN (1983) elaborou um parecer técnico a partir de um trabalho de observação feito ao longo do rio por técnicos dessa secretaria, da CAERN e da Secretaria de Saúde Pública desse Estado. Na oportunidade, esses técnicos procuraram apurar as causas e conseqüências das descargas indesejáveis de resíduos industriais e domésticos que contribuíam para a alteração do padrão de uso do manancial, bem como os instrumentos que poderiam ser utilizados para a solução do problema. Ao longo do trabalho foram observados os pontos de captação d’água diretamente no rio, bem como se pode notar que as margens do rio estavam sendo habitadas, principalmente no município de Parnamirim. Esse parecer revela que “o crescimento populacional e as atividades agrícolas e industriais desenvolvidas nos domínios da bacia, além de aumentar a demanda d’água, introduz modificação na fisiografia e nas condições naturais do balanço hídrico” (SEPLAN, 1983, p. 01). Esse documento relata que o primeiro relatório publicado pela CAERN em julho de 1983 que trata da avaliação das

⁴ Edgar Ramalho Dantas é geólogo e professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Informações prestadas em entrevista semi-estruturada (2000).

condições limnológicas do rio Pitimbu e lagoa do Jiqui realizada no período de 1978 a 1983, cita que, de acordo com as análises realizadas em amostras coletadas na lagoa do Jiqui, o manancial encontrava-se de acordo com a classificação 3 e que, até o ano de 1978, com a Classe 2, conforme o artigo 2^o da Lei n^o 2.183, de 23 de julho de 1953. Destacou-se que a estação de tratamento da CAERN, localizada na lagoa do Jiqui, encontrava-se com capacidade para tratar a água bruta com essa qualidade, entretanto, alertou-se que as alterações nas características da água do referido manancial poderiam “comprometê-lo seriamente, levando-o a necessidade de novos processos de tratamento, onerando cada vez mais as despesas financeiras e operacionais, **com elevado custo social**” (p. 02, grifo nosso). Por fim, recomenda providências governamentais no sentido de proteger a bacia hidrográfica em análise, onde se pode destacar a definição precisa da capacidade de exploração desse manancial; determinar as condições requeridas para fazer retornar o manancial da lagoa do Jiqui à classificação 2; desenvolver um sistema de ordenamento e monitoramento de utilização do manancial; disciplinar a disposição dos esgotos *in natura*; providenciar o imediato licenciamento das empresas e atividades poluidoras; e, estabelecer formas de controle do uso de pesticidas e de adubos na agricultura.

Em 1983, Lira estudou a poluição hídrica do rio Pitimbu. Para consecução da pesquisa, utilizou questionário e informações de análises físico-químicas e bacteriológicas fornecidas pela CAERN. Esses dados compreendem o período de 1979 a 1983, onde os meses foram escolhidos aleatoriamente, tendo por base os limites máximos em mg/l dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Foram expressos em tabelas e gráficos, bem como os resultados obtidos com a aplicação de questionários. Conclui alertando para a existência de pontos mais críticos ao longo do rio Pitimbu, como por exemplo, o local onde a indústria de papel INPASA lança seus efluentes. Nesse ponto, constatou valores alarmantes, que denunciam o estágio bastante avançado de poluição hídrica. Sugere a necessidade de se traçar metas e medidas profiláticas para que o problema não se agrave e se torne cada vez mais oneroso, inviabilizando a sua recuperação.

Nesse mesmo período, o “Relatório de Qualidade do Meio Ambiente”, publicado em 1984 pela Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte (IDEC), vinculada à SEPLAN, ratifica o documento supramencionado. Em suas considerações finais, expressa que o planejamento integral do uso dos recursos naturais dentro das bacias hidrográficas, visando a proteção e conservação, para uma otimização do uso da

água, “faz-se necessário para que se elimine o fator improvisação em épocas críticas de abastecimento” (p. 27). Considera ser indispensável o planejamento em bacias hidrográficas que abastecem ou possam vir a abastecer os centros urbanos e aglomerados rurais. Por fim, põe em relevo que a inexistência de dados básicos (hidrologia, vegetação, ações antrópicas, etc.), “é um entrave para a realização de uma avaliação qualitativa do problema hídrico das bacias do Estado, no que diz respeito ao fornecimento de água” (p. 27).

Tendo em vista a constatação da presença de metais pesados em poços tubulares existentes na área urbana da cidade do Natal, os quais exibiam teores acima daqueles permitidos pela Organização Mundial da Saúde, Figuerêdo (1990) realizou uma pesquisa objetivando descobrir quais as fontes desses metais. Para tal, foram analisadas 29 amostras assim qualificadas: poços tubulares 13, piezômetros 2, cacimbas 3, efluentes industriais 4 e riachos e rios 7. Os resultados desse trabalho preliminar indicaram a existência de metais pesados em alguns pontos d’água da cidade (poços, cacimbas, etc.) e nas águas do rio Potengi, com também, em afluentes do mesmo que drenam a cidade e que foram transformados em verdadeiros esgotos a céu aberto. Segundo o autor, essa agressão ao meio ambiente poderá vir a ser irreversível, acarretando sérios problemas de natureza sócio-econômica e toxicológica. Quanto ao rio Pitimbu, encontrou-se 0,43mg/l de zinco na localidade de Ponte Velha, onde a OMS preconiza que o teor desse metal não deve ultrapassar o valor de 5,0mg/l. O estudo alerta para a necessidade e urgência de que as indústrias tratem criteriosamente seus efluentes, para que os mesmos não degradem os recursos hídricos. Sugere que estudos venham a ser realizados para se localizar possíveis plumas de poluição nos aquíferos e nas águas de superfície.

Nazaré Júnior (1993) fez um mapeamento geológico e gravimétrico da região de Natal em sua monografia de graduação. Consistiu em um mapeamento geológico na escala de 1:50.000, cuja meta principal foi determinar as relações e características sedimentológicas das diversas unidades cenozóicas da região de Natal. Teve também como objetivo, uma caracterização neotectônica das mesmas, suportada em interpretações geofísicas, aerofotográficas, bem como em descrições de seções geológicas a partir de poços. A área estudada compreende a região da Grande Natal, envolvendo parte dos municípios de Natal, Parnamirim, Macaíba e São Gonçalo do Amarante, perfazendo um total de 250km². Foram desenvolvidas atividades de campo e laboratorial para a consecução do estudo. Conclui que a área estudada é constituída em seu estrato superior por uma seqüência sedimentar de idade cenozóica, encontrando-se em sub-superfície sedimentos mesozóicos indivisos (ou infra-

Barreiras), os quais repousam sobre o embasamento cristalino de idade Pré-cambriana. Os estudos aerofotográficos e geofísicos, bem como a análise de perfis litológicos de poços, permitiram identificar um estilo tectônico com linhas estruturais de orientação 125°Az e 45°Az , aproximadamente. Foram observados, nesse sentido, falhamentos representados pelo Graben Natal e Graben Parnamirim, onde este último afeta todo o Grupo Barreiras e controla a foz e o curso médio do rio Pitimbu. Por fim, o referido autor demonstra que foram feitas observações em perfis litológicos de poços que possibilitaram visualizar que a direção preferencial 125°Az do cordão dunar está relacionada a um controle mais estrutural que eólico. Recomenda, dentre outros estudos, um hidrogeológico fundamentado em estudos neotectônicos e de eletroresistividade para um controle mais apurado dos aquíferos existentes.

Pereira (1993), ao realizar uma pesquisa em dois mananciais de superfície, lagoa do Jiqui e lagoa de Extremóz, utilizados no abastecimento público da cidade do Natal, objetivou levantar as condições da qualidade da água desses importantes corpos aquáticos. Os dados resultantes do monitoramento realizado, no período de fevereiro de 1992 a janeiro de 1993, foram condensados e expressos através do Índice de Qualidade de Água (IQA)⁵, de forma a permitir uma visão imediata das condições sanitárias que caracterizam esses corpos d'água. Conclui que os índices testados mostraram que, de maneira geral, a qualidade das águas estudadas se mantiveram dentro das faixas correspondentes aos diversos usos a que se destinam. Em relação à lagoa do Jiqui, alvo de interesse da presente pesquisa, as condições registradas pelo IQA apresentaram-se na faixa BOA, quando se aplicou o método aditivo e nas faixas ACEITÁVEL-BOA, com predominância da faixa BOA, quando se utilizou o método multiplicativo. Observando-se os dados de qualidade da água, durante o período em questão, verifica-se que o parâmetro oxigênio dissolvido (O_2) apresentou valores abaixo do valor mínimo exigido para a Classe 2 em que está enquadrada a referida Lagoa, restringindo os valores do IQA. Entretanto, chama a atenção para o fato de que baixos valores de O_2 não implicam, necessariamente, em má qualidade da água, porém seus efeitos poderão acarretar isso. Destaca que a possibilidade de representar a situação dos corpos d'água, através de gráficos IQA x tempo, faz com que o método seja um valioso instrumento de divulgação,

⁵ O IQA é um número puro gerado a partir de nove parâmetros de qualidade de água (oxigênio dissolvido, coliforme fecal, pH, turbidez, DBO_5 , nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e gradiente de temperatura) e curvas relacionadas aos mesmos. Cada medida destes parâmetros é lançada na curva correspondente, obtendo-se um número " q_i ", cujo valor pode variar de 0 a 100. Cada curva tem um peso " W ". Aos valores obtidos para os nove parâmetros, aplica-se a equação empírica correspondente ao método adotado, gerando um IQA, numa escala de 0 a 100. Esse instrumento de simples utilização tem a capacidade de sintetizar várias informações em um único número, facilitando a tarefa de analisar os fatores intervenientes no processo de qualidade da água de um determinado corpo d'água (PEREIRA, 1993).

possibilitando ao público o acompanhamento da qualidade dos recursos hídricos, permitindo comparar e relacionar a qualidade das águas para diferentes bacias hidrográficas. Sugere que sejam feitos: o monitoramento do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas respectivas; análises de substâncias tóxicas e uso de indicadores biológicos para complementar o índice de qualidade de água; estudo do plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) e do sedimento de fundo, principalmente na lagoa do Jiqui, com o objetivo de detectar as possíveis causas do baixo teor de oxigênio dissolvido e estudo de precursores de trihalometanos nos corpos d'água mencionados.

Oliveira (1994), cujo trabalho de pesquisa é intitulado “Autodepuração e monitoramento do rio Pitimbu”, objetivou estudar as condições gerais da qualidade da água desse corpo aquático. A pesquisa foi desenvolvida a partir de análises de amostras de água bruta coletadas ao longo do rio a partir da sua nascente. As várias análises realizadas buscaram determinar os parâmetros físico-químicos e biológicos que permitiram concluir que pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez, cor e teores de sólidos estiveram, no todo ou na maioria das determinações, dentro dos limites padrões estabelecidos para corpos d'água enquadrados na Classe 2 da Resolução nº 20/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA); oxigênio dissolvido e coliforme total não obedeceram aos padrões da referida classificação. As variações de temperatura corresponderam às mudanças climatológicas e a DQO apresentou-se elevada, ratificando a existência de pequenos teores de oxigênio dissolvido encontrados, tendo em vista os baixos valores de DBO registrados. Utilizou o modelo de Streeter e Phelps para a autodepuração dos cursos d'água, o qual foi aplicado em uma simulação, a partir das condições determinadas no monitoramento, analisando-se sua validade para descrever o balanço de oxigênio no rio Pitimbu. Segundo o autor, o Método dos Mínimos Quadrados (de Reed e Theriault) foi empregado para o cálculo do coeficiente de desoxigenação k_1 ; os valores de k_1 variaram de 0,02 a 0,79dia⁻¹. Em várias séries verificou-se um tempo de retardo no início da fase exponencial de consumo de oxigênio, com esse tempo indo de 0,5 a 2,8 dias. O coeficiente de reaeração atmosférica foi calculado a partir da velocidade e da profundidade médias em três seções distintas ao longo do rio, com resultados no intervalo de 0,82 a 16,50dia⁻¹. Vale salientar que as condições de autodepuração bacteriológica também foram estudadas, para cujo coeficiente de decaimento Bacteriano k_b , medido no curso d'água, foram encontrados valores entre 0,18 e 5,19dia⁻¹. Como sugestões de pesquisas ou ações futuras que venham ampliar as informações por ele levantadas e auxiliar na conservação da área, Oliveira expressa que seja feito o levantamento

do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica; identificação de ações poluidoras pontuais ou distribuída ao longo do curso d'água, com a adoção de medidas que venham a contornar o problema; determinação de fertilizantes e defensivos agrícolas na água, bem como das quantidades e tipos empregados na bacia de drenagem; monitoramento e gerenciamento do manancial, com vistas a enquadrá-lo na Classe 2 da Resolução CONAMA n^o 20/86, conforme prevê o Decreto n^o 9.100/84⁶, dentre outras sugestões.

Nunes *et al.* (1994) realizaram um levantamento integrado da Folha Natal-RN, objetivando identificar e delimitar as unidades fisiográficas com diferentes paisagens, denominadas de domínios geo-ambientais, através da integração de especialistas de diferentes formações. Segundo os autores, cada domínio representa uma associação e integração entre os demais componentes naturais, caracterizados pela morfo-estrutura, a litologia, o relevo, os solos ou coberturas de alteração intempérica, o clima e a cobertura vegetal. Utilizando-se de fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:40.000 do ano de 1979 e da carta planialtimétrica na escala 1:100.000 da região (Folha SB 25-V-C-V – BRASIL. DSG, 1983), identificaram-se e delimitaram-se as unidades fisiográficas com diferentes paisagens, através das formas de relevo. Em campo, constataram-se a litologia, as feições geomorfológicas, os tipos de solos, a vegetação e o uso da terra, que ocorrem nas unidades fisiográficas previamente delimitadas na fotointerpretação e posteriores reambulações na área que compreende os municípios de Natal, Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante, Extremóz e Ceará-Mirim. Concluíram que foi possível identificar e delimitar os domínios geo-ambientais através das litologias, dos relevos, dos solos, das morfo-estruturas, das coberturas vegetais e formas de uso, de acordo com os aspectos fisiográficos, utilizando-se da metodologia supramencionada. A análise dos domínios geo-ambientais: planalto sedimentar-costeiro, litorâneo-eólico, flúvio-marinho e colinas sedimentares, demonstra que tais domínios são dinâmicos e interdependentes, com particularidades e fragilidades específicas. Sugerem que cada domínio geo-ambiental “tenha uma forma de uso e manejo adequado às suas limitações, onde um planejamento ambiental garantirá quais áreas serão recuperadas, preservadas e conservadas” (p. 11).

ECONATAL (1995) realizou um diagnóstico e um subsequente zoneamento com o objetivo de oferecer diretrizes gerais de uso e ocupação do solo à margem esquerda do rio

⁶ O rio Pitimbu está enquadrado na Classe 2 da Resolução CONAMA n^o 20/86 (CONAMA, 1988), cuja classificação primeira se deu através do Decreto n^o 9.100, de 22 de outubro de 1984, que “enquadra cursos e reservatórios d'água do Estado na classificação estabelecida na Portaria n^o 13, de 15 de janeiro de 1976, do Ministério do Interior”, enquadrando-o, naquela oportunidade, na classificação 2 da aludida Portaria (RIO GRANDE DO NORTE, 1984).

Pitimbu no trecho que se encontra sob jurisdição da cidade do Natal. O mapeamento foi realizado com base em fotografias aéreas, na escala de 1:8.000, com intuito de realizar a caracterização física, geológica, geomorfológica, dos recursos hídricos, e, para uso e ocupação do solo, bem como no levantamento da cobertura vegetal, utilizou-se de fotos aéreas na escala de 1:10.000. O zoneamento integrou os aspectos ambientais, com suas potencialidades, permitindo oferecer as diretrizes de uso e ocupação. A área foi dividida em 4 unidades ambientais a saber: unidade ambiental 1 – tabuleiro costeiro, vertentes e microbacia receptora de águas pluviais, área passível de loteamento residencial; unidade ambiental 2 – dunas, área de preservação; unidade ambiental 3 – terraço T₁ e trecho de vertente adjacente ao terraço T₂, área para atividades agrícolas, com proibição para loteamentos residenciais e industriais; unidade ambiental 4 – terraço T₂ e canal de escoamento do rio Pitimbu, uso para agricultura, com proibições para pecuária, avicultura e suinocultura.

Costa (1995) elaborou um relatório da cobertura vegetal natural da bacia estudada, cujo título é: “Alteração da cobertura vegetal natural da microbacia do rio Pitimbu - RN devido à ocupação antrópica”. Levanta os condicionantes climáticos, geológicos, pedológicos e geomorfológicos, além de abordar a cobertura vegetal, com a finalidade de classificar, delimitar, mapear e identificar a área de vegetação natural removida entre os anos de 1979 e 1988. Analisa o processo de substituição da cobertura vegetal nativa proporcionada pelas intervenções humanas na área estudada, identificando as causas da remoção. Conclui que a ocupação desordenada e sem os devidos critérios conservacionistas poderá comprometer dois importantes mananciais da microbacia, que são o rio Pitimbu e a lagoa do Jiqui, interferindo, conseqüentemente, no abastecimento público de água da cidade do Natal. Apresenta como sugestão, a necessidade da feitura de estudos mais detalhados, no sentido de se quantificar essas alterações, para subsidiar planos de ocupação adequada da bacia.

Com o objetivo principal de avaliar os riscos potenciais de contaminação das águas subterrâneas utilizadas no abastecimento da cidade do Natal (RN) devido às ações impactantes sobre a superfície do solo e identificar as áreas já afetadas, Melo (1995) realizou um estudo denominado “Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal/RN”. Após a elaboração de um modelo hidrogeológico conceitual, em uma área de 90km² onde está edificada a maior parte dessa cidade, o pesquisador desenvolveu o seu trabalho no período de julho 1992 a novembro de 1994. Considera que, dentre os fatores potenciais de contaminação das águas subterrâneas, destacam-se o sistema de disposição local de efluentes e a ocupação irregular e desordenada do terreno, além de enfatizar que o

principal tipo de contaminante envolvido é o nitrato (NO_3). Como resultados da pesquisa, apresentou que o monitoramento dos níveis d'água de poços mostrou que aqueles situados em áreas pouco ou sem adensamento populacional responderam mais rapidamente com a ocorrência de chuvas do que aqueles pertencentes a uma área com significativo adensamento. Segundo o autor, isso revela a influência da ocupação do terreno no processo de recarga do sistema aquífero. Quanto à concentração do nitrato (NO_3), foi observado que, em geral, nos setores menos habitados, os teores são inferiores ao nível de base, que corresponde a 10mg/l. Em contrapartida, os setores com maior densidade populacional apresentaram maiores níveis desse íon, chegando a um patamar superior a 100mg/l. Ressalta, no entanto, que foram verificadas exceções no caso de potencialização do fluxo subterrâneo proveniente de áreas contaminadas, que afetam aqueles setores menos habitados. Complementa expondo que a contaminação por nitrato (NO_3) ocorre, provavelmente, devido a oxidação dos amoníacos oriundos do sistema de disposição local de efluentes mediante o uso de fossas e sumidouros. Finaliza afirmando que grande parte do domínio do setor norte da área estudada encontra-se com elevados teores de nitrato (NO_3) e pode ser constatado um crescimento ao longo do tempo, mesmo que esses bairros possuam uma rede de esgotamento sanitário. Atribuiu esse fato ao caráter cumulativo e praticamente irreversível do processo de contaminação. Dentre as recomendações, pode-se destacar que,

considerando a elevada vulnerabilidade das águas subterrâneas de Natal à contaminação pelos sistemas de disposição local de efluentes domésticos, é de fundamental importância que seja implementado a nível global um plano de esgotamento sanitário eficiente, procurando dar prioridade às áreas pouco afetadas por nitratos (p. 142).

Silva (1996), na perspectiva de fazer uma caracterização do clima da BHRP, estudou os elementos do clima na região em apreço. Para tal, realizou o levantamento, análise e interpretação dos dados obtidos nas estações climatológicas do Campus Universitário da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e do Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo - Parnamirim/RN (CATRE), bem como nos postos pluviométricos de Bom Jesus, São José de Mipibu e Macaíba. Foram analisados os seguintes elementos climáticos: ventos (velocidade e direção), precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar, no período de 1984 a 1990. Conclui que o clima caracteriza-se, segundo Gaussen, como Tropical do tipo Mediterrâneo Xerotérmico; segundo Köppen, como Tropical chuvoso do tipo As' ; conforme Sthaller, como clima Litorâneo, com ventos alísios; e, de acordo com a classificação de Flohn, como clima Tropical, com ventos alísios de inverno. Sugere que é notória a necessidade de se adquirir informações que detalhem a

ocupação do meio pelo homem, no sentido de promover uma ocupação sem alterar o meio ambiente.

Nunes (1996), visando proporcionar um macrozoneamento geo-ambiental que possibilite uma orientação quanto ao uso, monitoramento e gerenciamento dos recursos naturais, caracterizou as morfo-estruturas, as fisiografias e as coberturas de alteração intempéricas da região que abrange a Grande Natal mais o município de Ceará-Mirim, no Estado do Rio Grande do Norte. O estudo realizado mostra que há uma interdependência entre coberturas de alteração intempéricas, superfícies fisiográficas e a compartimentação morfo-estrutural, permitindo verificar a relação entre as coberturas de alteração intempéricas latossolizadas, planícies sedimentares, altos topográficos e altos estruturais (AA), e/ou baixos topográficos e altos estruturais (BA). Segundo o pesquisador, a aplicação dessa metodologia permite fornecer subsídios para os processos de planejamento urbano, nos quais se recomenda que as áreas a serem mapeadas obedçam a limites geográficos (bacias hidrográficas), ou políticos (municípios) numa escala menor que 1:20.000, contribuindo, desta forma, para uma melhor utilização dos dados e informações disponibilizados pelas engenharias Civil, Sanitária e Agrícola, além de servir como base para o macrozoneamento geo-ambiental na execução do planejamento urbano e regional. Conclui que, de uma forma geral, os municípios de Natal, Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante e Extremóz e Ceará-Mirim não são favoráveis a qualquer tipo de uso e ocupação, devendo haver medidas técnicas de monitoramento adequadas. Entende que, por tratar-se de uma área geograficamente homogênea, onde todos os municípios vivenciam problemas ambientais semelhantes, é necessário que haja interesse recíproco entre as prefeituras responsáveis, na perspectiva da elaboração conjunta dos planos diretores municipais (PDM), estabelecendo-se e obedecendo-se os padrões e normas ambientais, a fim de preservar a qualidade de vida da população. Reportando-se aos encaminhamentos dados à deposição de rejeitos sépticos, aterros sanitários, cemitérios, lagoas de rejeitos industriais e lagoas de captação e infiltração de águas pluviais, expressa que são poucas as áreas propícias à utilização. No entanto, áreas consideradas restritas, poderão tornar-se adequadas, desde que sejam empregadas tecnologias que superem essas limitações impostas pela natureza da área. Destaca, como exemplo, a utilização de técnicas de impermeabilização do solo para obras de tratamento de esgotos por lagoas de estabilização, por entender que estas se constituem em fontes geradoras de impactos ambientais, sendo a principal causa de poluição do solo, das águas superficiais e do lençol freático, através da proliferação de microorganismos. Sugere algumas medidas que poderão

ser tomadas conjuntamente pelas prefeituras dos municípios da Grande Natal e pelo Governo do Estado, dentre as quais serão citadas as seguintes: proibição à construção de edificações (habitacionais, serviços ou comerciais), em áreas de dunas, planície de deflação, mangues e várzeas, por serem geo-ambientes frágeis; implantação de um sistema de esgotamento sanitário em toda a área, evitando o uso de fossas sépticas, lagoas de rejeitos industriais e domésticos; punição aos responsáveis pelas ligações clandestinas de esgotos domésticos, industriais e hospitalares nas galerias destinadas à coleta exclusiva de águas pluviais; implantação de um sistema de coleta seletiva de lixo urbano, com o objetivo de processar e reciclar os materiais; proibição de abertura de novos lixões, e fechamento dos atuais existentes, por não serem recomendados tecnicamente; construção de aterros sanitários tecnologicamente corretos e em locais ambientalmente adequados; construção de cemitérios públicos ou privados em locais adequados; utilização das áreas de empréstimo mineral abandonadas (barreiros e pedreiras) para aterros sanitários, reflorestamento ou viveiros de peixes como centro de lazer (pesque-e-pague), através de estudos técnicos adequados; regularização de áreas destinadas à exploração mineral pela construção civil, exigindo-se dos proprietários Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), e Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD); reconstituição ou recomposição das áreas degradadas (vegetação, solo e subsolo) pelos proprietários, conforme o PRAD; reconstituição da mata ciliar, com espécies nativas, em todos os cursos d'água da bacia e das suas nascentes, nos locais onde esta encontra-se degradada; monitoramento das águas subterrâneas e águas superficiais em áreas urbanas e suburbanas, visando à preservação da qualidade da água consumida e manter um relatório de monitoramento atualizado, sobre todos os acontecimentos.

Santos; Costa; Silva (1997), realizaram um estudo sobre a caracterização e atuação antrópica na sub-bacia do rio Pitimbu no Estado do Rio Grande do Norte. A pesquisa foi desenvolvida a partir das preocupações com as características ambientais intrínsecas dessa região, associadas ao tipo de relação praticada no contexto entre o homem e o meio. Os dados foram obtidos através de revisão bibliográfica, nos órgãos institucionais e investigação no campo. Segundo os autores, o estudo se justifica pelo valor hídrico e pela constatação de que a mesma está passando por processo de ocupação diferenciada de outrora, passando de uma área predominantemente agrícola para uma área urbana, em virtude da expansão dos sítios urbanos de Natal e Parnamirim.

Silva (1997), apresenta um estudo sobre as implicações ambientais no entorno da lagoa do Jiqui, em decorrência do processo da ocupação antrópica. Dá ênfase à qualidade da água da Lagoa e à susceptibilidade à erosão da região circundante, decorrentes das características físicas e do processo de ocupação. Em função da concentração de matéria orgânica e coliforme fecal observados, a pesquisadora caracterizou as águas do sistema Pitimbu-Jiqui de acordo com as classes de qualidade 2, 3 e 4, conforme o estabelecido pela Resolução Nº 20/86 do CONAMA. Caracteriza o entorno da Lagoa, em função da declividade, de associação de solos e do uso do solo. Foram elaboradas cartas de susceptibilidade à erosão, nos parâmetros forte, média, fraca ou nula. Silva conclui que essas águas necessitam de cuidados especiais para evitar a total contaminação do manancial. Destaca que o uso e a ocupação desordenada do entorno da lagoa intensificou o processo erosivo, que leva à degradação do ambiente. Sugere o monitoramento do sistema e adoção de medidas que visem a preservação de espécies vegetais nativas com vistas a controlar escoamento superficial das águas da chuva e o conseqüente transporte de sedimentos para a calha rio Pitimbu e para a lagoa do Jiqui.

Na perspectiva de produzir uma carta que subsidiasse o planejamento do uso e da ocupação do meio físico, partindo da investigação dos atributos considerados essenciais para uma dada finalidade, Moreira; Souza (1998) elaboraram uma “Carta para Disposição de Resíduos Sólidos do Município de Natal (RN) e áreas adjacentes”. A região estudada situa-se no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, compreendendo o Município de Natal e parte dos municípios de Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante e Extremóz, totalizando 317km². O mapeamento geotécnico foi executado na escala 1:50.000, desenvolvendo-se a partir de uma metodologia da Escola de Engenharia de São Carlos (Universidade de São Paulo). Como procedimentos metodológicos, seguiram: trabalho de gabinete, de campo, de laboratório e de recursos computacionais para o armazenamento e tratamento dos dados de investigação que formam os recursos de geoprocessamento. Concluem que, apesar da carta para disposição de resíduos sólidos na região estudada apresentar que apenas 5,4% daquela pertencente à classe favorável, mostra-se satisfatória no que diz respeito às distâncias dos centros urbanos em relação a essa classe, principalmente as cidades de São Gonçalo do Amarante, Macaíba e Parnamirim. Contudo, não deve ser descartada a possibilidade de ocorrência de outras áreas favoráveis, delimitadas a partir de estudos mais detalhados. Ressaltam, por fim, que as áreas consideradas severas podem se tornar favoráveis com a utilização de técnicas corretivas específicas.

FUNPEC (1998) elaborou o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) referentes à implantação do Centro Industrial Avançado do Rio Grande do Norte (CIA/RN), para atender à Resolução do CONAMA nº 001/86, Art. 9º, incisos I a VIII, sendo necessário à obtenção de licenças para o mencionado Centro, sendo parte do programa governamental “Diferencial RN”, objetivando atrair novos investimentos para o Estado para dinamizar a economia do setor secundário. Diante do diagnóstico do empreendimento, principalmente no que se refere às características ambientais da área, conclui, dentre outros, que “os condicionantes físicos, biológicos e antrópicos da área de influência do CIA [...] evidenciaram diversas restrições à implantação do Centro Industrial na área determinada, que induz a negatividade do licenciamento ambiental...” (p.77). E que os “os aspectos econômicos para a determinação da escolha da área do CIA foi (*sic*) preponderante aos condicionantes ambientais...” (p.77).

Medeiros Sobrinho (1999) utilizou uma metodologia baseada no método de De Biasi para a determinação do divisor hidrológico superficial da BHRP. Esse método fundamenta-se no processo de tangenciamento das curvas de nível pelas linhas de direção norte-sul, leste-oeste, nordeste-sudoeste, noroeste-sudeste. Com esse processo, obtêm-se as linhas de talvegue e cumeeiras, resultantes da interligação dos pontos de tangência das curvas de nível. O seu trabalho de pesquisa, cujo título é “Caracterização física da bacia hidrográfica do rio Pitimbu - RN”, teve como objetivo analisar e delimitar as características físicas dessa bacia. Através de cartas topográficas da Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte (IDEC) de 1978 e da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste do Brasil (SUDENE) de 1971/83, foi construída uma carta que apresenta a caracterização de delimitação topográfica da bacia em estudo, representada pelo divisor superficial que separa a sua área de drenagem das áreas das outras sub-bacias da Bacia Pirangi, das Bacias Potengi e uma das bacias da faixa litorânea Leste de Escoamento difuso. A partir dessa carta, foram obtidas as seguintes informações: área, comprimento do leito do rio, perímetro e regime hidrológico, importante para subsidiar a preservação e utilização desse recurso hídrico.

Duarte (1999) fez a caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim, Extremóz e Jiqui, situadas no litoral oriental de Natal. Essa caracterização foi realizada utilizando-se dos índices de estado trófico (IET) e de qualidade da água (IQA). Os resultados apresentados correspondem ao período de dezembro de 1996 a dezembro de 1997. Com frequência mensal, as coletas foram realizadas em três pontos de cada lagoa. Foram analisados os parâmetros que determinam o IQA, além de alcalinidade, cor, transparência,

condutividade elétrica, DQO, ortofosfato solúvel, clorofila “a”, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos, acidez, dureza e bactérias heterótrofas mesófilas. Conclui, através do IQA (calculado segundo os métodos aditivo e multiplicativo) que, no que tange à caracterização limnológica e sanitária, a água da lagoa do Jiqui pode ser considerada entre BOA e ÓTIMA, sendo apropriada para consumo humano, desde que seja submetida a um simples tratamento convencional. Foram também aplicados o Índice de Estado Trófico de Carlson (IET) e sua versão modificada (IET_M) a fim de avaliar suas condições limnológicas, com base nos resultados dos valores médios referentes à transparência, a clorofila "a" e cloro total. O IET_M classificou-a como mesoeutrófica. O IET, no entanto, considerou-a como mesoeutrófica, com tendência para a hipereutrofia. O citado pesquisador destaca que, de acordo com os preceitos da Resolução nº 20/86 do CONAMA, quanto ao grupo coliforme fecal, a lagoa do Jiqui foi classificada como pertencente à Classe 3. Constata-se, portanto, o não atendimento ao Decreto Estadual nº 9.100, mencionado anteriormente, que a classifica como sendo da Classe 2. Recomenda que os futuros estudos e atividades poderão envolver as seguintes linhas: continuação das atividades de monitoramento, através de medidas mensais das diversas variáveis envolvidas; avaliação econômica dos processos antrópicos desenvolvidos nas bacias hidrográficas das lagoas, correlacionando-os com os impactos ecológicos verificados; estudos fisiológicos do fito e zooplâncton em laboratório e em condições naturais; desenvolvimento de atividades de educação ambiental para as comunidades situadas no entorno das bacias hidrográficas; implementação de um programa de gestão das bacias hidrográficas: proteção de cabeceiras, restauração e manutenção das matas ciliares, criação de áreas destinadas à recreação, ao cultivo de peixes, dentre outras.

Santos (1999), estudando a influência da expansão urbana na paisagem da sub-bacia do rio Pitimbu, em um determinado trecho desse rio -localizado entre Natal e Parnamirim-, busca analisar os problemas ambientais oriundos do processo de uso e ocupação do solo, desde a década de 80. A pesquisadora utiliza uma abordagem sistêmica, com dados obtidos com uso de fotografias aéreas, na escala de 1:60.000, do ano de 1988; imagens de satélite SPOT, na escala de 1:50.000, do ano de 1994; além das bases cartográficas, na escala de 1:100.000, dos anos de 1971 e 1996, com atualização dos dados em pesquisa de campo. Constata que a expansão urbana na área analisada vem ocorrendo de forma a alterar o equilíbrio dinâmico do sistema, destacando a importância do rio como alimentador da lagoa do Jiqui, a qual abastece 17,68% da população de Natal. Conclui que, mesmo o Município de Natal possuindo um Plano Diretor, a área transformada em Zona de Proteção Ambiental, aos

poucos, está sendo degradada, com sérios riscos de ocupação urbana desordenada. Enquanto em Parnamirim, a ocupação da margem do rio Pitimbu ocorre de forma contínua com riscos, também, de ocupação indevida. Para a autora, a intervenção antrópica sem o devido diagnóstico da área para tomada de decisão, no que concerne às transformações da paisagem geográfica, altera o regime hídrico, influenciando o curso fluvial, além das questões sociais envolvidas. Como sugestões, ela propõe: a criação do Plano Diretor de ordenação físico-territorial para Parnamirim; que o Plano Diretor de Natal seja efetivado e que para a bacia seja feito o planejamento integrado, com a participação das cidades de Macaíba, Parnamirim e Natal e, também, com o envolvimento da sociedade civil, poderes públicos e privados.

Para Oliveira (1999), a Grande Natal passa pelo processo de expansão urbana que acelera a degradação dos ambientes naturais (dunas, lagoas, rios, mangues e restingas), trazendo em seu bojo, ações e processos impactantes que afetam a qualidade de vida natural. Objetiva, principalmente, mapear e georeferenciar, com uso de receptores do Sistema de Posicionamento Global (GPS), realizando diagnóstico ambiental, através das características e influenciadores físicos, antrópicos e estruturais das zonas de proteção ambiental (ZPAs) do Município de Natal, para subsidiar um melhor planejamento físico-territorial do espaço. Utiliza como áreas-teste as ZPAs do Parque Estadual Dunas de Natal, a de Lagoinha no Bairro de Ponta Negra e a que está compreendida entre o rio Pitimbu e a Avenida dos Caiapós, no Bairro Pitimbu. Justifica seu estudo ao colocar que “a temática ambiental traz profundas discussões a respeito de um uso racional do espaço, onde os interesses econômicos e elitistas muitas vezes sobrepujam os interesses da coletividade” (p.14). Conclui, dentre outros, que as ZPAs estudadas estão passando pelo processo contínuo de especulação imobiliária com expansão urbana direta em seu entorno. Afirma que os depósitos de lixo e as queimadas são os principais fatores impactantes, visto que a legislação em suas três esferas hierárquicas não é cumprida quando não se efetiva uma fiscalização mais rigorosa e eficaz. Finalmente, argumenta que o GPS emerge como uma ferramenta eficiente para o tipo de trabalho proposto, pois oferece uma precisão aceitável no que tange à coleta de campo. Sugere, a regulamentação das ZPAs; elaboração de um plano de desenvolvimento sócio-econômico para os municípios da Grande Natal, com o envolvimento de todos os segmentos que compõem a sociedade.

Borges; Barros; Pinheiro (1999) realizaram estudo objetivando caracterizar física e ambientalmente a lagoa do Jiqui. Situar a lagoa enquanto subsistema captador de água para abastecimento público e conseqüentemente, destacou-se sua importância para a cidade do

Natal. O rio Pitimbu mereceu destaque, para o qual se alerta sobre a necessidade de maior proteção ambiental de suas águas e margens através do cumprimento à legislação existente e criação de mecanismos de proteção mais claros, capazes de direcionar o processo crescente da expansão urbana, de forma que ocorra sustentavelmente, sem causar desequilíbrio ambiental na bacia.

Borges *et al.* (1999) elaboraram um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente à implantação do sistema para tratamento de efluentes líquidos industriais (SITEL) do Centro Industrial Avançado do Rio Grande do Norte (CIA/RN), com o objetivo de realizar estudos sobre as áreas de influência desse sistema e sugerir alternativas que possam minimizar os riscos de possíveis alterações no meio ambiente. Basearam-se nas metodologias de Clark, que trata da capacidade de uso e suporte do solo; a do Instituto de Pesquisas e Tecnologia de São Paulo (IPT), que identificam impactos; e, a metodologia de Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), as quais foram adaptadas de acordo com a Empresa de Consultoria e Planejamento Ambiental (ECOPLAM). A Unidade de Negócios (UNN), também, sofreu uma readaptação nesse estudo. Constataram que no EIA não há projeto de drenagem interna do CIA. Concluíram que as alternativas locais do SITEL adotadas pelo partido urbanístico constituem a mais inadequada, em decorrência da fragilidade ambiental da área e a relevância que o contribuinte possui para o rio Pitimbu. Recomendam a alternativa localizada no terraço flúvio-estuarino, adjacente à planície de mangues do rio Jundiá.

Em seu Parecer Técnico sobre a implantação de um Resort às margens do rio Pitimbu em Nova Parnamirim, Município de Parnamirim (RN), Figueiredo Filho (1999, p. 2) relata que o

primeiro grande impacto ao meio físico verificado na região em foco ocorreu durante a implantação da rodovia Parnamirim - Nova Parnamirim, devido à grande quantidade de aterros nas partes baixas dominadas por paleodunas e aos cortes no Barreiras para retirada de piçarra, expondo o material as erosões eólica e pluvial, com o escoamento de correntes de massa em direção à bacia do rio, causando o seu assoreamento.

Porém, entende que a retirada desse material próximo ao leito menor do rio Pitimbu, além de areia das dunas fixas para aterro e de areia fina branca para a construção civil, está sendo o principal impacto atualmente verificado. Conclui enfatizando que o “meio físico está sendo agredido de forma quase irreversível, não havendo, aparentemente, nenhum comprometimento com a preservação do meio ambiente” (1999, p. 3). Entende que se deve exigir o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para todos os empreendimentos, conforme legislação pertinente, estando sujeito,

portanto, à aprovação sem a “outorga de licença prévia” (1999, p. 3). Sugere, ainda, a criação de uma área de preservação hídrica, haja vista a grande importância desse manancial hídrico para o Município de Natal, principalmente, como fonte de água superficial de razoável qualidade e por constituir-se numa importante zona de recarga dos mananciais hídricos subterrâneos. Acrescenta que a “Lei Complementar nº 07, de 05/08/1994, que trata do Plano Diretor da Cidade de Natal, nos artigos 20 e 21, considera um trecho do rio Pitimbu como uma Sub-zona de Preservação Ambiental” (1999, p. 3).

Ferreira (1999) realizou o seguinte estudo: “Guerra fiscal: salve-se quem puder”. Elabora uma reflexão acerca das políticas de incentivo na captação de recursos no interior da guerra fiscal declarada entre os estados nordestinos. Objetivou investigar as principais estratégias empreendidas pelo governo do Estado do Rio Grande do Norte para captar novos investimentos. Fez uma análise das conseqüências dessas políticas de incentivo na economia norte-rio-grandense, principalmente, no que se refere ao Centro Industrial Avançado do Rio Grande do Norte (CIA/RN). Utilizou fontes documentais, dados secundários e entrevista que possibilitaram o delineamento das estratégias e das suas conseqüências para o desenvolvimento sócio-econômico do Estado. Conclui que a luta por captação de recursos fez com que os atores envolvidos (iniciativa privada, poder público e sociedade civil) estabelecessem um pacto social visando o cumprimento dos seus interesses. Além disso, essa luta não se constitui em um jogo de soma-zero, mas como desperdício, o que acaba gerando efeitos perversos. Mesmo assim, nenhum estado ou município pode abrir mão dessa disputa que pode levar à promoção de uma maior equidade social a partir do desenvolvimento sócio-econômico. A autora menciona o Desenvolvimento Sustentável e afirma que este não pode ser concebido sem incluir soluções para os graves problemas advindos da desigualdade sócio-econômica.

Ramalho (1999) pesquisou a evolução dos processos erosivos em solos arenosos entre os Municípios de Natal e Parnamirim (RN), área inserida na bacia hidrográfica do rio Pitimbu. Realizou amostragem das coberturas superficiais (encostas, barrancos, depósitos de fundo de ravinas e zona de espraiamento). A pesquisa de campo objetivou constatar a natureza dos processos erosivos. Buscou o inter-relacionamento e sobreposição das variáveis clima, solo, cobertura vegetal, relevo e a modalidade de uso e ocupação do solo para interpretar os resultados. Detectou as principais causas que levam a erosão dos solos e ao aumento das taxas erosivas. No entanto, afirma que a erosão dos solos é um fenômeno complexo e que as causas estariam ligadas a diversos fatores. Constatou que a sazonalidade

pluviométrica condiciona os fatores erosivos, tais como: na primavera-verão, predomina a ação eólica; no outono-inverno a ação pluvial é preponderante. Conclui, dentre outras considerações, que a ocupação predatória sobre os solos arenosos com a redução da cobertura vegetal, reflete na alteração do ambiente quando o vento age livremente, removendo facilmente os sedimentos inconsolidados.

Estudando mais uma vez a região situada no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, compreendendo o Município de Natal e parte dos municípios de Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante e Extremóz, totalizando 317km², Moreira; Souza (2000)⁷ realizaram o trabalho de pesquisa intitulado “Aplicação do Geoprocessamento na representação das informações do mapeamento geotécnico do Município de Natal – RN e áreas adjacentes”. Com o objetivo primeiro de confeccionar mapas e cartas que proporcionem um melhor entendimento da ocupação no meio físico e o fornecimento de subsídios para prevenir e orientar essa ocupação, a ocorrência de riscos e a proteção ambiental, seguiram a metodologia da Escola de Engenharia de São Carlos (Universidade de São Paulo). Os seguintes procedimentos metodológicos foram obedecidos: trabalho de gabinete, de campo, de laboratório e de recursos computacionais para o armazenamento e tratamento dos dados de investigação que formam os recursos de geoprocessamento. Os produtos apresentados no mapeamento geotécnico e que constam em Moreira; Souza (1998), foram: mapa de documentação e topográfico; carta ipsométrica e de declividade; mapa do substrato geológico; de materiais inconsolidados; da profundidade do impenetrável; potenciométrico; de iso-profundidade do nível das águas subterrâneas; pedológico; carta orientativa para escolha do tipo de fundações; de susceptibilidade à erosão, de condições de escavabilidade, para disposição de resíduos sólidos e carta de zoneamento geotécnico geral. Nesse trabalho de pesquisa, os autores, a título de exemplificar técnicas de representação das informações de mapeamento geotécnico utilizando o Geoprocessamento, destacam-se a elaboração do mapa topográfico, mapa da profundidade do impenetrável e carta de zoneamento geotécnico geral. Concluem que a metodologia empregada foi satisfatória. O Geoprocessamento esteve presente em todas as fases do mapeamento, mostrando-se de extrema importância na confecção de todos os mapas e cartas. O mapa da profundidade do impenetrável representa a tendência da distribuição da espessura do impenetrável na região mapeada, verificando-se que as menores profundidades do impenetrável ocorrem, de uma forma geral, nas regiões onde afloram as

⁷ MOREIRA, M. M.; SOUZA, N. M., **Aplicação do Geoprocessamento na representação das informações do mapeamento geotécnico do município de Natal – RN e áreas adjacentes**. 2000 (a ser publicado).

unidades do substrato geológico. Os autores finalizam afirmando que a carta de zoneamento geotécnico geral considera as unidades homogêneas, levando-se em consideração os objetivos de preservação ambiental com a expansão do desenvolvimento humano na região estudada.

O Governo do Estado do Rio Grande do Norte, através do Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente desse Estado (IDEMA), firmou um contrato de prestação de serviço técnico com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, representada pelo Departamento de Geologia, em abril de 2000. Trata-se de um diagnóstico geoquímico ambiental do sistema hídrico formado pelo rio Pitimbu, lagoa do Jiqui e rio Pium, parte sul da Região Metropolitana de Natal – RN⁸. O pesquisador responsável justifica o trabalho esclarecendo que o referido sistema hídrico está inserido em um contexto potencialmente impactante por conter, em sua área de influência, concentrações urbanas de baixa renda desprovidas de esgotamento sanitário público, indústrias, rodovias de alto tráfego, lixão, cemitério, postos de combustível, etc. Segundo ele, trata-se de uma situação merecedora de avaliação, principalmente porque a lagoa do Jiqui, juntamente com a lagoa de Extremóz, são responsáveis por 35% do suprimento d'água para a população de Natal. Objetiva avaliar o possível “impacto químico” das diversas atividades antropogênicas no sistema de drenagem em estudo. Pretende alcançá-lo através de amostragem e análise de águas superficiais e sedimentos de fundo, onde a interpretação desses resultados analíticos de natureza geoquímica detectará a influência das diferentes fontes pontuais potencialmente impactantes no citado sistema. Serão realizadas coletas de amostras em 19 estações no campo, sendo: 15 no rio Pitimbu; 02 na lagoa do Jiqui e 02 no rio Pium.

Em agosto de 2000, o Governo do Estado do Rio Grande do Norte, através do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural desse Estado (EMATER), elaborou um projeto denominado “Projeto Pitimbu: recuperação e conservação de matas ciliares”. Apresentou como objetivo geral a promoção da recuperação de 120ha da mata ciliar anteriormente existente ao longo desse rio, incluindo a lagoa do Jiqui, bem como fomentar a sua respectiva conservação e o processo de regeneração natural, com vistas ao fortalecimento dos ecossistemas locais, com reflexos diretos na qualidade de vida das pessoas que neles habitam. Justifica esse intento expressando que “no caso de alguns ecossistemas, tidos como intocáveis há alguns anos, constatou-se que os mesmos estão seriamente afetados em consequência da

⁸ INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA); UNIVERSIDADE FEDERAL(UFRN) DO RIO GRANDE DO NORTE. **Diagnóstico Geoquímico Ambiental do Sistema Hídrico formado pelo rio Pitimbu, Lagoa do Jiqui e rio Pium, parte Sul da Região Metropolitana de Natal.** Natal, 2.000 (em elaboração).

ação antrópica, em função, principalmente da especulação imobiliária, empreendimentos turísticos e da ação agrícola desordenada” (p. 03). Enfatiza que o aspecto mais importante dessa recuperação refere-se ao fato de que

20% da água consumida em Natal é captada diretamente na Lagoa do Jiqui, sendo esta, ainda, isenta de nitratos, é utilizada pela Companhia de Abastecimento d’água do Estado para diluir as águas de vários poços tubulares, cujos teores estão acima dos recomendados pela Organização Mundial da Saúde – OMS, para poder ser distribuída a população (p. 03).

Como metodologia de trabalho, deve-se destacar a previsão do envolvimento de diversos órgãos governamentais pertencentes à esfera Federal e Estadual, de organizações não-governamentais (ONGs), das entidades associativas dos bairros próximos ao rio Pitimbu, dos proprietários de terras na área, etc. O projeto propõe que o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) financie, a fundo perdido, R\$ 341.269,00 (Trezentos e quarenta e hum mil, duzentos e sessenta e nove reais) e a EMATER participaria com o equivalente a R\$ 136.181,00 (Cento e trinta e seis mil, cento e oitenta e hum reais) em recursos humanos, principalmente. Ressalta-se, no entanto, que, apesar da repercussão positiva em vários segmentos da sociedade civil organizada e a plena aprovação pelo FNMA, o respectivo projeto ainda não foi implementado, tendo em vista a ausência de articulação entre os órgãos envolvidos, dentre outros aspectos, notadamente, o político.

Gabriel *et al.* (2000) realizam estudo sobre o rio Pitimbu com o objetivo de avaliar a qualidade de sua água ao longo do tempo e em locais predefinidos. Realizaram amostragem em nove pontos ao longo do rio, abrangendo um período de abril de 1993 a novembro de 2000. Utilizaram a Resolução do CONAMA nº 20/86 como parâmetro comparativo das análises obtidas em laboratório. Constataram que a temperatura, o pH e a turbidez, em média, não ultrapassaram os valores permitidos; a DBO e o OD, entretanto, apresentaram resultados fora do estabelecido; as concentrações de coliformes nos pontos denominados Moita Verde e INPASA, principalmente, ocorrem com elevação significativa. Concluem que, embora as condições do rio Pitimbu não sejam, ainda, inadequadas, o mesmo está se tornando progressivamente poluído e contaminado, o que pode se tornar uma situação ameaçadora ou perigosa para a população consumidora desse recurso hídrico.

Diante do exposto, percebe-se que há uma preocupação crescente em se obter o conhecimento sistematizado no que se refere à bacia hidrográfica do Pitimbu, inclusive por órgãos gestores do Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Isso se dá pela relevância econômico-sócio-ambiental que essa bacia detém, considerando-se, ainda, o fato de a BHRP estar inserida na Região Metropolitana de Natal, sendo o que acarreta uma considerável

pressão antropogênica, com as intervenções diretas, tais como: agropecuária, industrialização e urbanização. Ressalta-se que essas ações vêm ocorrendo de forma desordenada e contínua, com problemas de mau uso ou uso indevido dos recursos naturais, preponderando-se o crescimento econômico em detrimento das questões sócio-ambientais. Portanto, os estudos que se referem à bacia em foco, recomendam a gestão integrada da mesma, considerando suas fragilidades, mediante seus aspectos físicos, biológicos e antrópicos.

1.2 Bacia hidrográfica: integração entre meio ambiente e desenvolvimento

1.2.1 Considerações iniciais

A ciência moderna demonstra que a rica evolução histórica da biosfera tem revelado como a dinâmica dos ciclos naturais favoreceu a ocorrência da vida no planeta Terra e a sucessão dos processos de evolução das diversas formas de vida conduziu, dessa maneira, à formação das condições necessárias à existência da espécie humana.

Por outro lado, a história da humanidade torna evidente que a interação do homem com o meio ambiente⁹, bem como os processos de apropriação dos recursos naturais disponíveis, têm sido regidos por sua conduta perdulária e predatória.

Assim sendo, as atividades antrópicas têm gerado processos intensivos de exploração dos recursos naturais, sobretudo, em bacias hidrográficas, sob pretexto de uma demanda crescente para atender às suas necessidades básicas.

Depreende-se, portanto, que essa atitude vem ameaçando tanto a disponibilidade de alguns desses recursos, como também a capacidade de regeneração de diversos sistemas ambientais, determinantes para a sustentação do seu habitat no planeta.

Denota-se, por conseguinte, toda uma história de comportamentos que contraria veementemente os interesses de sua própria sobrevivência. Essa condição é ratificada pela CNUMAD (1992, p. 1), ao expressar que a

humanidade se encontra em um momento de definição histórica. Defrontamo-nos com a perpetuação das disparidades existentes entre as nações e no interior delas, o agravamento da pobreza, da fome, das doenças

⁹ A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), lei nº 6.938/81, art. 3º, item I (BRASIL. Lei nº 6.938, 1981), define meio ambiente como o “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

e do analfabetismo, e com a deterioração contínua dos ecossistemas de que depende nosso bem-estar. Não obstante, caso se integrem as preocupações relativas a meio ambiente e desenvolvimento e a elas se dedique mais atenção, será possível satisfazer às necessidades básicas, elevar o nível da vida de todos, obter ecossistemas melhor protegidos e gerenciados e construir um futuro mais próspero e seguro.

No que tange às questões ambientais, entretanto, observa-se na segunda metade do século XX, com destaque para as últimas décadas, uma sensível mudança comportamental da sociedade como um todo.

Fruto de uma crescente conscientização ecológica, a qual tem origem, principalmente, na rápida e gigantesca degradação e poluição ambiental¹⁰ e seus problemas sócio-econômicos subseqüentes, essa problemática tem suscitado uma reflexão sobre as perspectivas futuras da humanidade, promovendo um profundo questionamento sobre as condutas sociais de consumo, além da busca de alternativas que visem harmonizar as atividades humanas com as sadias condições ambientais.

Nesse cenário, portanto, emerge a necessidade de se estabelecer um novo paradigma de desenvolvimento menos agressivo ambientalmente, de tal forma que se obtenha uma convivência mais harmoniosa entre as ações antrópicas e os processos naturais, sem que isso venha ameaçar as condições de sustentabilidade dos ecossistemas e a manutenção da própria espécie humana.

Nesse sentido, Maia Neto (1997, p. 21) afirma que “as questões ambientais e o desenvolvimento sustentável serão objeto de prioridade mundial no século XXI por imposição da sociedade, que dia-a-dia pressiona o governo em busca da melhor qualidade de vida”.

Logo, é nessa perspectiva que se pretende desenvolver essa temática, buscando-se compreender a bacia hidrográfica como uma unidade ambiental, tendo em vista que, como expressão territorial do sistema ambiental, uma bacia “é uma unidade superficial onde a precipitação pluviométrica é redistribuída em cada um dos componentes do ciclo hidrológico. Cada bacia possui suas propriedades físicas, químicas e biológicas que formam um único conjunto de propriedades hidrológicas” (WENGER, 1984 apud MOPT, 1992, p. 322).

¹⁰ A Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/81, art. 3º, item III, considera poluição como sendo “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões estabelecidos”. (BRASIL. Lei nº 6.938, 1981). O termo poluição pode ser definido como a “alteração nas características físicas, químicas ou biológicas de águas naturais decorrentes de atividades humanas” (BENETTI; BIDONE, 1993, p. 849).

1.2.2 A bacia hidrográfica como uma unidade ambiental integrante da hidrosfera e o seu papel no contexto do desenvolvimento da humanidade

Referindo-se inicialmente ao comportamento da água no globo terrestre, considera-se importante conhecer que a hidrosfera, espaço hídrico do planeta, é constituída por duas partes: na primeira, as águas estão aprisionadas permanentemente em forma de geleiras e glaciais, na segunda, as águas obedecem a um fenômeno natural dinâmico denominado ciclo hidrológico¹¹.

No entanto, por estar em movimento permanente devido a ação da energia solar e da força da gravidade, essa substância ocorre nesse planeta em diferentes fases ou estados físicos que formam o ciclo hidrológico, cuja unidade e indivisibilidade conduzem para que todas as manifestações da água se considerem como parte integrante de um recurso único.

Em sua fase terrestre, o ciclo hidrológico tem como elemento fundamental a bacia hidrográfica¹², que compreende a área de captação natural das águas precipitadas, cujo escoamento se dirige para um único ponto de saída, o exutório. Essa unidade ambiental pode ser considerada também como “um conjunto de formas topográficas, sistema morfológico, associadas a uma rede de drenagem, sistema de fluxo” (MOPT, 1992, p. 321).

Cabe destacar que, das diversas fases ou círculo do ciclo hidrológico, é no âmbito da bacia que ocorre a maior incidência de interferências humanas, em que as coleções de água são entendidas como se não fizessem parte de um sistema natural, um ecossistema, onde todos os elementos da natureza se inter-relacionam, onde “qualquer uso do solo na bacia de drenagem interfere no ciclo, não importando o grau de utilização ou de dependência direta da água” (PIRES; SANTOS, 1995, p. 41 e 42).

As águas cobrem 3/4 da superfície terrestre, entretanto, a grande maioria dos ecossistemas e os seres humanos dependem de um único tipo que apresenta conteúdo de

¹¹ Ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre (SILVEIRA, 1993). É o processo natural de evapotranspiração, condensação, precipitação, retenção e escoamento superficiais, infiltração, percolação da água no solo e nos aquíferos, escoamentos fluviais e interações entre esses componentes, ou seja, é o ciclo da água na terra, é a contínua circulação da umidade e da água no globo terrestre (RIGHETTO, 1998).

¹² As bacias hidrográficas ou bacias de drenagem são subsistemas hidrológicos abertos de grande valia para os profissionais ligados à Hidrologia, tendo em vista que, desprezando-se a natureza do sistema, pode ser desenvolvido um balanço de água que venha a proporcionar uma avaliação dos componentes do Ciclo Hidrológico em uma região hidrologicamente determinada. A delimitação dessas regiões hidrológicas pode ser feita através de limites políticos, topográficos ou arbitrariamente especificadas, contudo deve-se ressaltar que uma bacia hidrográfica é necessariamente contornada por um divisor de águas, o qual segue uma linha rígida em torno da bacia e atravessa o curso d'água somente na desembocadura (VILLELA; MATTOS, 1975).

sólidos totais dissolvidos menor que 1.000mg/l: as águas doces. Estas representam somente 3% do total de água no planeta, estando 87% nas calotas polares e glaciais ou em depósitos subterrâneos profundos ou, ainda, na atmosfera (RUTKOWSK, 2000).

Os volumes de água armazenados no planeta Terra totalizam $1,36.10^9\text{km}^3$, os quais estão assim dispostos: lagos de água doce com 125.100km^3 ; lagos salinos com 104.300km^3 ; meio poroso e aquíferos com $9.048.500\text{km}^3$; geleiras com $29.199.700\text{km}^3$; atmosfera com 12.900km^3 e oceanos com $1.322.330.600\text{km}^3$ (RIGHETTO, 1998).

Esses números suscitam a idéia de que esse bem natural é abundante na natureza e que está disponível indefinidamente para atender às necessidades da humanidade. No entanto, é imprescindível compreender que as águas doces superficiais existentes, passíveis de serem utilizadas pelo Homem de forma economicamente viável e sem grandes impactos ao meio ambiente, correspondem somente 0,001% da água do Planeta.

Apesar de consistir em um recurso extremamente escasso, os recursos hídricos disponíveis no globo são hoje suficientes para atender as necessidades de todos os seres humanos. Contudo, o problema da falta d'água em determinadas regiões está relacionada, dentre outras questões, à desigual distribuição entre as diversas regiões, às exigências cada vez maiores de consumo, principalmente nos sistemas produtivos, e à redução da oferta devido à poluição e contaminação dos recursos naturais (SERHID, 1999).

O Brasil é detentor de uma das maiores reservas de água do mundo, em torno de 6.950km^3 . É considerado um país privilegiado no que concerne à disponibilização de água para consumo humano, porém, padece do problema de má distribuição espacial e temporal em seu território nacional.

Nesse contexto, considera-se importante assinalar, como exemplo, que a falta d'água já atinge com violência inédita quase 650 municípios em nove Estados do Nordeste, onde mais de 11 milhões de pessoas convivem com a pior estiagem dos últimos 70 anos no País. Para Rosa (2001, p. 30), essa crise “é mais complexa do que a energética.[...] Ela envolve saúde pública, política agrícola, uso do solo urbano, investimentos sociais, entre outras. Além disso, há um agravante: ao contrário da energia elétrica, a água é insubstituível”. Complementa expondo que o descaso, a falta de planejamento, a ausência de investimento social e o desperdício, formam o berço no qual foi gerada a escassez dessa água.

Deduz-se, por conseguinte, que a água é um elemento de importância estratégica, social e econômica para um país. Trata-se, pois, de uma substância responsável por quase a

totalidade da composição química dos organismos vivos em todo o planeta Terra, a água é, portanto, a essência da vida.

A importância da água, como uma substância vital básica e como constituinte essencial a todos os ecossistemas, é indiscutível. Ademais, ressalta-se que, de uma forma ou de outra, intervêm na maioria das atividades humanas, quer sejam de exploração ou de utilização desse recurso natural, tornando-se um fator determinante no processo de organização do território.

A despeito de essa distribuição quantitativa apresentar um cenário desfavorável à disponibilização desse recurso natural para a humanidade de forma economicamente viável, as ações humanas sobre as coleções d'água

...têm uma grande repercussão e influem física e socialmente em lugares mais distantes. Uma vez alterando o regime hidrológico ao desviar ou explorar a água para distintos usos, ou ao modificar cursos para armazenar ou regular seu movimento; outras vezes, indiretamente, quando atuam na superfície da bacia ou podem dar lugar a trocas climáticas em escala regional ao facilitar a evaporação (MOPT, 1992, p. 321),

onde as concentrações urbanas e as diversas atividades humanas a elas agregadas fazem parte de um conjunto de fatores considerados como potencialmente dos mais impactantes ao meio ambiente (MANAHAN, 1994).

As conseqüências atribuídas a essas intervenções são, em geral, um aumento generalizado da vulnerabilidade desse recurso e a deterioração da qualidade da água, que tem repercussões ecológicas na flora e na fauna, comprometendo, desse modo, a disponibilização qualitativa e quantitativa desse bem natural para atender às necessidades futuras.

Por ser uma substância essencial à vida, constata-se no processo histórico do desenvolvimento da humanidade que as mais remotas civilizações se estabeleceram em locais com uma boa oferta de água (margens de rios e lagos, ou próximo delas). Com isso, utilizavam esse recurso no atendimento das suas necessidades básicas de vida, tais como: ingestão, higiene, pesca e vias de transporte, onde exploravam outros ambientes e comercializavam seus produtos com outras civilizações.

A importância absoluta da água potável, aliada às alterações de suprimento hídrico no tempo e no espaço, são responsáveis pelas primeiras tentativas da sociedade humana de modificar o meio ambiente natural, onde as finalidades desse recurso variam no tempo e nas quantidades a serem demandadas.

Essas intervenções humanas têm negligenciado a relação entre o elemento água e o seu entorno natural, provocando, destarte, impactos diretos ou indiretos de três ordens:

mudanças na superfície terrestre, poluição e contaminação dos mananciais e retiradas consumptivas.

Nesse contexto, Rutkowsk (2000, p. 13) critica contundentemente essa postura evidenciando que a cultura urbano-industrial, entendendo as águas como recurso inesgotável,

gera demandas hídricas de crescimento exponencial, obrigando a uma procura contínua por fontes hídricas, além de promover a urbanificação dos corpos d'água criando novos desenhos hidrográficos interdependentes, que se sobrepõem na mesma paisagem. Qualquer função urbana - residencial, comercial ou industrial - depende prioritariamente da existência da água para atender às suas necessidades, tanto pela utilização direta, como dessedentação, quanto indireta, como a produção de energia hidráulica.

Na visão de Pires; Santos (1995, p.40), “a ausência de medidas conservacionistas e o uso inadequado dos recursos hídricos são apenas um dos aspectos da utilização irracional e predatória de todos os recursos naturais”.

Complementam expondo que,

do ponto de vista ecológico, recomenda-se que eles sejam analisados de forma integrada. Somente uma abordagem holística, que verifique causas e efeitos das intervenções humanas e interprete as condições ambientais de toda área estudada, permitirá traçar diretrizes de desenvolvimento adequadas ao ambiente físico e biológico (PIRES; SANTOS, 1995, p.40).

Convém compreender, nesse contexto, que a seqüência normalmente empreendida por ações antrópicas em bacias hidrográficas em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, se dá pela implementação do desenvolvimento de ordem urbana e industrial carente de um planejamento territorial em uma dada região, o qual é caracterizado pelo uso e ocupação do solo de forma desordenada e irregular.

Esse processo conduz a um aumento exacerbado da demanda pelos recursos naturais disponíveis nessa região, com destaque para os recursos hídricos, agravado pela predominância da desarticulação entre os usuários desse bem e os órgãos gestores envolvidos.

Desse modo, pode vir a ocorrer o comprometimento da saúde humana e da disponibilização dos recursos naturais, muitas vezes de forma irreversível, refletindo, naturalmente, no meio ambiente e, como consequência final, interfere negativamente na qualidade de vida da população envolvida.

Contrapondo-se a esse cenário, no entanto, pode ser observado que, em alguns casos, a sociedade civil se mobiliza e pressiona o poder público para que se tomem medidas corretivas e conservacionistas diante dos recursos naturais.

Não obstante a preciosidade da água, sobretudo para a própria sobrevivência do homem, observa-se que historicamente as intervenções em bacias hidrográficas têm ocorrido

de forma cada vez mais desordenada, promovendo, portanto, uma deterioração da qualidade das águas naturais, com riscos de propagação de doenças de veiculação hídrica ao próprio ser humano (OTTONI; OTTONI, 1999), onde é mister revelar que a qualidade desse bem é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. Entretanto, pode se dizer que, de uma maneira geral, a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Ademais, do ponto de vista da Engenharia Sanitária, parece existir uma nítida correlação entre o grau de desenvolvimento econômico de um país e o tipo de prevalescência de efeitos nocivos sobre a saúde ambiental que, segundo Baroud *et al.* (1993, p. 31),

a prevalência de doenças infectocontagiosas (por exemplo, malária, esquistossomose, cólera) é maior nos países em desenvolvimento econômico, enquanto países já desenvolvidos economicamente possuem uma prevalência de efeitos relacionados a produtos mutagênicos e tóxicos liberados no meio ambiente.

Nesse sentido, a ingestão de água imprópria para o consumo humano custa a vida de 3,4 milhões de pessoas por ano. Metade da população da Terra ainda não tem acesso à água potável e calcula-se que, se as condições atuais permanecerem, em 2025 haverá um déficit de 20 % de água para abastecer uma população adicional de 3 bilhões de pessoas (HAIA, 2000).

Exemplos de doenças relacionadas com a água são as Disenterias, Febres entéricas, Febre tifóide, Cólera, Poliomielite, Hepatite A, Difilobotriase, Esquistossomose, Filariose, Malária, Febre amarela, Dengue, Leptospirose e outras. Também outros males poderiam ser destacados, todos geradores de morbidade por doenças de vários grupos, elevados prejuízos no desenvolvimento de crianças, adolescentes e da população em geral, contribuindo sensivelmente para a redução dos níveis de produção ao afetar a capacidade de trabalho da mão-de-obra (CONPLAM, 2000b).

Conclui-se, desse modo, que as águas doces têm um papel fundamental no processo de desenvolvimento da sociedade urbano-industrial, as quais são quase sempre consideradas como recurso inesgotável. É nesse cenário, portanto, que os corpos d'água são mapeados e catalogados pelo potencial de uso de cada trecho de calha, sofrendo um processo de ocupação urbana, visando atender as mais diversas funções (saúde, energia, alimento, transporte e lazer).

De acordo com Rutkowski (2000, p. 27 e 28), essa

estratégia expansionista de apropriação predatória das águas acarreta um processo de degradação ambiental com perdas quantitativas e qualitativas para a bacia hidrográfica. Cada função urbana demanda um conjunto de intervenções que causa impactos de ordem diversas - de positivo a negativo -

na bacia hídrica de uma região urbanizada. Reconhecer estes impactos e sua dimensão é mister para a promoção do planejamento das águas doces, enquanto recurso natural estratégico para a sustentabilidade do desenvolvimento das regiões metropolitanas.

Beltrame (1994, p. 11) reforça essa idéia expressando que “a degradação desenfreada dos recursos naturais renováveis nos dias de hoje, é um processo que deve ser analisado e contido com eficiência e rapidez”.

O enfrentamento dos problemas ambientais decorrentes de intervenções não planejadas em bacias hidrográficas, requer uma gestão hodierna, onde se pressupõe uma atitude conjunta dos órgãos públicos gestores responsáveis pelos recursos hídricos e pelo meio ambiente e a sociedade civil organizada, os quais devem compreender que as bacias hidrográficas constituem paisagens¹³ ou unidades ambientais nas quais todos os elementos naturais ou humanos se relacionam de maneira efetiva e inseparável. É nessa perspectiva, portanto, é que se pode vislumbrar um desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, CNUMAD (1992, Item 18.8), ao abordar o capítulo que trata da proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos, recomenda que o manejo integrado dos recursos hídricos deve basear-se na

percepção da água como parte integrante do ecossistema, um recurso natural e bem econômico e social, cujas quantidade e qualidade determinam a natureza de sua utilização. Com esse objetivo, os recursos hídricos devem ser protegidos, levando-se em conta o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e a perenidade do recurso, a fim de satisfazer e conciliar as necessidades de água nas atividades humanas. Ao desenvolver e usar os recursos hídricos, deve-se dar prioridade à satisfação das necessidades básicas e à proteção dos ecossistemas.

1.2.3 A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como um instrumento político-administrativo para gestão dos recursos hídricos

Tendo em vista que se pretende avaliar qualitativamente os impactos ambientais suportados pela bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP) decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo existentes nessa bacia, através, principalmente, da instalação de empreendimentos (parques industriais – indústrias de exploração mineral, têxtil, alimentos, etc. -, cemitérios, complexos turísticos, conjuntos habitacionais assentados em áreas carentes

¹³ Paisagem é aqui compreendida como um “complexo de inter-relações derivadas da interação das rochas, água, ar, plantas, animais e homens” (DUNN, 1974 apud CEOTMA, 1984, p. 383).

de infra-estrutura de esgotamento sanitário e drenagem urbana), considera-se oportuno tratar, neste item, dos aspectos gerais da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

Com o crescimento da consciência ecológica ao longo das últimas décadas, fruto da crescente e permanente preocupação do homem com a gravidade dos problemas ambientais, surgem ações efetivas no sentido de melhorar a qualidade do meio ambiente e, conseqüentemente, proporcionar uma melhoria na qualidade de vida da população.

Nesse contexto, Caubet; Frank (1993, p. 25) entendem que

“identificar, analisar, quantificar e resolver os problemas ambientais tornou-se uma questão crucial. Não é mais apenas um assunto dependente da definição da maneira de viver ou de relações entre os homens para com a Natureza. Cada vez mais, é uma questão de sobrevivência”.

A partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), quando foi introduzido o conceito de desenvolvimento ecologicamente sustentado e socialmente justo, surgiu a necessidade de reformulação dos processos de planejamento vigentes, com a incorporação de instrumentos que, por um lado, promovam a minimização dos impactos das atividades produtivas e, por outro, imprimam uma perspectiva mais abrangente no planejamento da utilização dos recursos naturais, com vistas a assegurar sua sustentabilidade a médio e longo prazos, considerando, portanto, os requisitos ambientais na sua concepção (AGRA FILHO, 1993).

Em função das diretrizes emanadas pela Assembléia Geral das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em 1972, bem como do avanço da mentalidade da humanidade referente aos aspectos ecológicos, foram desenvolvidos, na década de 70, diversos instrumentos e métodos que viessem a possibilitar a avaliação dos impactos ambientais provocados pelas intervenções antrópicas no ambiente natural, os quais visavam a incorporação dos aspectos ambientais nos processos de planejamento de projetos de desenvolvimento, programas e planos governamentais, dentre outros, como um dos requisitos básicos e necessários ao processo de tomada de decisão.

Desse modo, o processo de avaliação dos impactos ambientais tem sido um instrumento preferido pelos órgãos de financiamento e de fomento internacionais como também uma alternativa que integra os instrumentos das políticas ambientais em diversos países. Desde então, registra-se uma constante preocupação desses órgãos e autoridades ambientais com o desenvolvimento de um conjunto de procedimentos, mecanismos e métodos, seja de natureza institucional ou tecnológico, com a finalidade de aperfeiçoamento

de bases estruturais e operacionais, denominado processo de avaliação de impactos ambientais.

No que tange aos eventos de alcance mundial, voltados para a discussão dessas questões emergentes, Brito; Medeiros¹⁴ (1999) esclarecem que, após a divulgação do relatório “Nosso Futuro Comum” (também conhecido por Relatório Brundtland), em 1987, as Nações Unidas convocaram para junho de 1992, na cidade Rio de Janeiro (Brasil), a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como Rio-92. O objetivo dessa Conferência foi discutir conclusões e propostas do Relatório que introduziu o conceito de desenvolvimento sustentável e ainda comemorar os 20 anos da I Conferência do Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo (1972).

Considera-se importante destacar que a Rio-92 produziu documentos fundamentais ao conceito de desenvolvimento sustentável, cujas conclusões foram reunidas no documento denominado Agenda 21, onde são apresentados objetivos e metas gerais até o século XXI.

A AIA tem origem, como atividade sistematizada e institucionalizada, com o *National Environmental Policy Act* (NEPA), promulgado nos Estados Unidos da América em 1969. Contudo, foi somente a partir da Conferência de Estocolmo (1972) que passou a ser gradativamente incorporada pelo processo decisório em outros países.

Pires (1996, p. 62) ressalta que,

embora a análise de impactos ambientais já fosse aplicada em alguns países com diferentes graus de exigência e abrangência, os eventos anteriores introduziram uma nova dimensão no tratamento da questão, tornando esta análise parte integrante e efetiva das políticas ambientais das nações, incorporando não só a análise dos aspectos físicos e biológicos, mas também dos impactos sociais.

Essa lei de política ambiental é considerada uma norma básica nos Estados Unidos e que tem sido referência para a implementação do processo de AIA em cerca de cem países que dispõem de legislação de impacto ambiental. É conhecida, naquele país, como a carta magna do meio ambiente (CANTER, 1998), na qual estão contidos dois títulos: o *Declaration of National Environmental Policy* (Título I) e o *Council of Environmental Quality - CEQ* (Título II) (ROHDE, 1991).

Destaca-se que a avaliação dos impactos ambientais de quaisquer empreendimentos modificadores do meio ambiente, através de estudos de impactos ambientais, é obrigatória por lei naquele país desde 1970.

¹⁴ BRITO, L. P. de.; MEDEIROS, M. E. C. de. **A questão ambiental através dos tempos**. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Natal, 1999 (no prelo).

A NEPA foi promulgada em 1969, a qual determina os objetivos e princípios da política ambiental americana. Referia-se às ações e a projetos legislativos e sócio-econômicos que porventura viessem a comprometer significativamente a qualidade ambiental e da vida humana. Esses projetos deveriam incluir uma declaração detalhada sobre impactos ambientais, efeitos ambientais adversos e alternativas para mitigar tais ações a curto, médio e longo prazos. Esta declaração de impacto ambiental ficou conhecida como o *Environmental Impact Statement* (EIS) (BAROUD *et al.*, 1993).

Surge, na década de setenta, a expressão *Environmental Impact Assessment* (EIA), de origem européia, a qual se pode traduzir por Avaliação de Impacto Ambiental, e que passa a ser utilizada mundialmente para designar todo o processo pelo qual um esforço sistemático e científico é realizado para avaliar as conseqüências ambientais oriundas da implantação de qualquer projeto, ação ou legislação aplicada a uma determinada área (BAROUD *et al.*, 1993).

O uso da AIA generalizou-se rapidamente não apenas nos Estados Unidos, mas também em outros países desenvolvidos e, mais tarde, em alguns países ditos em desenvolvimento.

A partir de 1975 algumas instituições e organismos internacionais iniciaram gestões para introduzir a AIA em seus programas, onde

as grandes agências financeiras internacionais adotaram o mesmo procedimento, como forma de respostas às pressões da comunidade científica mundial e dos cidadãos dos países desenvolvidos, que passaram a se sentir responsável pelos problemas ambientais do terceiro mundo, resultantes de projetos multinacionais ou financiados por aqueles países (ROHDE, 1991p. 20).

A AIA pode ser definida como sendo a identificação e valoração dos impactos (efeitos) potenciais de projeto, planos, programas ou ações normativas relativos aos componentes físico-químico, bióticos, culturais e sócio-econômicos de uma determinada área. O propósito principal do processo de AIA, também chamado de “processo NEPA”, é despertar para que se considere o meio ambiente em um planejamento e na tomada de decisões para que se possa definir atuações que são mais compatíveis com o meio ambiente afetado (CANTER, 1998).

1.2.3.1 A implementação da AIA no mundo

Quanto à implantação dos sistemas de AIA nos diversos países do mundo, Rohde (1991) expõe que, nos EUA, o sistema de AIA foi implantado com o NEPA, em 1969, sendo exigida a avaliação dos impactos ambientais para grandes projetos federais, onde as diretrizes são estabelecidas pelo *Council of Environmental Quality* e a comunidade é envolvida na revisão da primeira versão do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), realizada pelo próprio poder público.

A Lei de Proteção à Natureza, em 1976, dá origem ao sistema de AIA na França. O proponente do empreendimento é responsável pelos estudos de impacto ambiental, sendo o público envolvido na consulta ao Relatório de Impacto Ambiental, quando já publicado.

O Canadá tem seu sistema de AIA ligado a estratégias geradas em âmbitos federal e provincial, com um sistema de triagem de projetos em que são selecionados aqueles que necessitam de uma análise bastante profunda, em que há a complementação com listas de projetos “positivos” e “negativos”.

Na Inglaterra, a AIA está associada ao planejamento, sem legislação específica. Existem manuais de orientação aos planejadores, principalmente com respeito aos empreendimentos industriais maiores. A seleção de projetos que requerem estudos de impacto ambiental depende da escala de projeto, características ambientais e da opinião pública desfavorável (a comunidade é, em geral, envolvida durante a análise).

Na Tailândia, por sua vez, foi criada uma comissão ministerial (NEB) incumbida de desenvolver os procedimentos do sistema de AIA. A NEB define aqueles projetos que requerem o estudo de impacto ambiental (EIA) e notifica os seus proponentes para a sua realização. O RIMA é submetido à NEB. O sistema de AIA é organizado como instrumento para delineamento de um plano de proteção e melhoramento do meio ambiente, sendo considerado um dos mais eficientes que existem na atualidade.

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) estabeleceu, em 1981, a necessidade de estudos de impacto ambiental, através da Lei nº 6.938. A Resolução nº 001/86 do CONAMA vem a estabelecer as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da AIA como um dos instrumentos da PNMA. Em 19 de dezembro de 1997, esse Conselho revisa, através da Resolução nº 237, os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a

utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente.

A AIA, no Brasil, ao contrário dos países desenvolvidos que a implantaram em resposta a pressões sociais, surgiu em função da exigência de órgãos financiadores internacionais e só posteriormente foi incluída como parte das informações fornecidas (por uma atividade ou empreendimento poluidor) aos sistemas de licenciamento ambiental, sendo, após, finalmente incorporada como instrumento de execução da Política Nacional do Meio Ambiente (ROHDE, 1991).

A Lei Federal nº 6.938/81, que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente, institui a AIA como um de seus instrumentos, sendo regulamentada pelo Decreto nº 88.351 (01/06/83), vinculando sua utilização aos sistemas de licenciamento de atividades poluidoras ou modificadoras do meio ambiente a cargo das entidades ambientais dos governos estaduais e, em casos especiais, da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) (ROHDE, 1991).

Segundo Baroud *et al.* (1993, p. 26), o

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) patrocina, em 1978, no Brasil, um projeto para desenvolvimento de metodologias de avaliação de impactos ambientais aplicáveis a países em desenvolvimento, o qual é conduzido na Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (FEEMA), no Rio de Janeiro. Este foi o embrião que culminou na elaboração da Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), a qual institui critérios e diretrizes gerais para uso e implementação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

De acordo com Agra Filho (1993), a adoção da AIA no Brasil se insere em um quadro conceitual e institucional como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. Posteriormente, por deliberação do CONAMA (Resolução nº 001/86), são estabelecidas as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da AIA.

Sua adoção se consolida pela incorporação do dispositivo constitucional (art. 225, §1º, IV) que incumbe ao poder público “exigir na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade” (AGRA FILHO, 1993).

1.2.3.2 O Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um dos elementos do processo de AIA. Trata-se da execução, por equipe multidisciplinar, das tarefas técnicas e científicas destinadas a analisar, sistematicamente, as conseqüências da implantação de um projeto no meio ambiente, por métodos de avaliação de impactos ambientais e técnicas de previsão desses impactos.

O estudo é realizado sob orientação da autoridade ambiental responsável pelo licenciamento do projeto em questão, que, por meio de instruções técnicas específicas, ou termos de referência, indica a abrangência do estudo e os fatores ambientais a serem considerados detalhadamente.

O EIA

compreende, no mínimo, a descrição do projeto e suas alternativas, nas etapas de planejamento, construção, operação e, quando for o caso, desativação; a delimitação e o diagnóstico ambiental da área de influência; a identificação; a medição e a valoração dos impactos; a comparação das alternativas e a previsão de situação ambiental futura, nos casos de adoção de cada uma das alternativas, inclusive no caso de não se executar o projeto; a identificação das medidas mitigadoras e do programa de monitoragem (*sic*) dos impactos; a preparação do relatório de impacto ambiental - Rima (MOREIRA apud PIRES, 1996, p. 58).

1.2.3.3 O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é o documento que apresenta os resultados dos estudos técnicos e científicos do EIA. Constitui um documento do processo de AIA e deve esclarecer todos os elementos da proposta em estudo, de modo que possam ser divulgados e apreciados pelos grupos sociais interessados e por todas as instituições envolvidas na tomada de decisão.

É importante salientar que o RIMA deve refletir as conclusões do EIA e deve ser acessível ao público, estando, portanto à disposição de todos os interessados, salvo quando protegido por sigilo industrial, o qual deverá ser devidamente demonstrado.

Destaca-se, ainda que o Decreto nº 88.35115, de 01/06/83, ao regulamentar a Lei nº 6.938, de 31/08/81, no parágrafo segundo do Artigo nº 18, denomina Relatório de Impacto Ambiental, ao documento que será constituído pelo Estudo de Impacto Ambiental a ser exigido para fins de licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente (MOREIRA apud PIRES, 1996).

Também fazem parte dos documentos técnicos necessários à obtenção de licenças ambientais, de acordo com as características do empreendimento, seguinte: Plano de Controle Ambiental (PCA), Relatório de Controle Ambiental (RCA) e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

1.2.3.4 Metodologias

Como foi visto anteriormente, a institucionalização da AIA nos diversos países do mundo foi baseada na publicação americana do NEPA, a qual induziu a utilização de uma abordagem integrada na AIA dos projetos modificadores do meio ambiente.

Para atender às exigências legais, foram concebidos vários métodos (ou metodologias) de AIA que, de acordo com Canter (1998), se tem desenvolvido muitos desses métodos de ajuda para a realização das diferentes tarefas constantes em um processo de AIA, as quais se classificam, grosso modo, em matrizes de interação (causa-efeito) e listas de controle, considerando-se os diagramas de rede como sendo uma variação dessas matrizes.

Ressalta-se que as matrizes de interação variam desde as que possuem considerações simples das atividades do projeto e sobre seus impactos nos fatores ambientais até delineamentos estruturados em etapas que mostram as inter-relações existentes entre os fatores afetados.

As listas de controle (*check-list*), por sua vez, abrangem desde simples listas de fatores ambientais até enfoques descritivos que incluem informações sobre a medição, a predição e a interpretação das alterações dos impactos identificados, as quais podem incluir, também, a valoração em escalas (processo de hierarquização) dos impactos em cada um dos fatores ambientais considerados.

¹⁵ Alterado pelos Decretos nº 89.532, de 06 de abril de 1984; nº 91.305, de 03 de julho de 1985; nº 93.630, de 28 de novembro de 1986; nº 94.085, de 10 de março de 1987; nº 94.764, de 31 de agosto de 1987; nº 94.998, de 05 de outubro de 1987 e nº 96.150, de 13 de junho de 1988. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/88351-83.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2001.

Cabe salientar que as metodologias podem ser úteis, ainda que não se requeiram, especificamente, em todo o processo de avaliação de impactos, sendo algumas delas de grande utilidade para determinadas tarefas do processo. Por exemplo, as matrizes e os diagramas de rede são particularmente úteis para a identificação de impactos, enquanto que as listas de controle, com pesos e escalas, com pontuação ou com hierarquização, são mais bem empregadas na valoração final das alternativas e na seleção da atuação proposta (LEE, 1988 apud CANTER, 1998).

Entretanto, destaca-se que não é necessária a aplicação completa de uma determinada metodologia em um estudo de impacto, podendo ser, portanto, interessante utilizar apenas partes distintas de várias metodologias para o cumprimento de certas tarefas. Nesse sentido, Canter (1998) esclarece que a seleção de metodologias pode ser considerada como a parte mais importante de um estudo de impacto.

No entanto, é importante ressaltar que, ainda que se tenha desenvolvido diversas metodologias, não existe uma metodologia “universal” que se possa aplicar em todos os tipos de projetos, em qualquer meio, em qualquer situação, não existe alguma metodologia passível de aplicação em todo e qualquer EIA, dada a variedade de situações possíveis e a especificidade de cada caso.

Também nenhum desses métodos (ou metodologias)

pode ser aplicado indiscriminadamente em todas as etapas do estudo. Cabe ao coordenador da equipe multidisciplinar do EIA adotar aquele que melhor se aplique ao caso e a fase do estudo, levando em consideração os recursos técnicos, humanos e financeiros disponíveis, os dados e informações disponíveis, duração e requisitos legais, entre outros (PIRES, 1996, p. 63).

Sobre esse aspecto, Canter (1998) entende que é improvável que se desenvolvam métodos globais, dada a falta de informação técnica e a necessidade de se exercitar juízos subjetivos sobre os impactos previsíveis em uma situação ambiental na qual se possa instalar o projeto. Da mesma forma, uma perspectiva adequada é a de considerar as metodologias como “instrumentos” que possam ser utilizados para facilitar o processo de AIA.

Nesse sentido, cada metodologia que se utilize deve ser específica para esse projeto e essa localização utilizando-se dos conceitos básicos derivados das metodologias existentes. A esse procedimento, chama-se de métodos *ad-hoc*. Canter (1998, p. 73) salienta que as “metodologias devem ser selecionadas a partir de uma valoração apropriada e da experiência profissional, devendo utilizar-se de uma aplicação continuada de juízo crítico sobre o conjunto de dados e na análise e interpretação dos resultados”.

Ressalta-se, ainda, que as características desejáveis em um método de AIA, que finalmente seja adotado, compreendem os seguintes aspectos: deve ser adequado às tarefas requeridas, como na identificação de impactos ou na comparação de opções (nem todos os métodos têm a mesma utilidade para todas as tarefas); deve ser o suficientemente independente do ponto de vista dos profissionais envolvidos (os resultados obtidos devem ser reproduzidos independentemente do grupo de avaliadores que trabalham no processo); e, deve ser econômico em termos de custos e requerimento de dados, tempo de investigação, pessoal, equipamentos e instalações (LEE, 1993 apud CANTER, 1998).

As metodologias ou métodos de avaliação de impactos ambientais, mencionados na bibliografia especializada, em geral, referem-se as suas estruturas de condução. Desse modo, são indicadas sob as seguintes denominações: Métodos *Ad-hoc*, Listagens de Controle (*check-list*), Matrizes de interação, Redes de interação/Diagrama de Sistemas, Superposição de cartas e Modelos de simulação.

Mas, o que é imperioso considerar é que

as metodologias são caracterizadas, sobretudo, em função da capacidade analítica que propiciam (identificação, predição, interpretação). Nestes termos, na seleção dos métodos aplicados deve ser considerada a adequada pertinência dos objetivos analíticos pretendidos, como também a possibilidade que possuem de incorporar as características dos impactos ambientais consistentes com os pressupostos conceituais adotados (AGRA FILHO, 1993, p. 23).

Torna-se, por fim, oportuno mencionar que serão empregados na presente pesquisa métodos de identificação de impactos ambientais, destacando-se a construção de uma matriz de interação qualitativa, adaptada do método matricial de identificação de impactos ambientais denominado “Matriz de Leopold”.

Vale salientar que esse método foi criado em 1971, o qual se destaca dentre os métodos mais conhecidos e divulgados, sobretudo no processo de identificação de impactos ambientais. Originalmente, a Matriz de Leopold apresenta o cruzamento de 100 ações com 88 componentes ou fatores ambientais, perfazendo um total de 8.800 possíveis interações. O princípio básico dessa Matriz consiste em assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores ambientais para, na seqüência, utilizando uma escala que varie entre 1 e 10, estabelecer os dois atributos dos impactos ambientais: a magnitude e a importância de cada impacto, identificando se o mesmo é positivo ou negativo para o ambiente analisado (CANTER, 1998).

Empregou-se, também, a superposição das cartas compiladas e produzidas, a qual teve como referência o método denominado de “Superposição de cartas”. Esse método consiste na elaboração, em material transparente, de um conjunto de cartas da área a ser afetada, representando individualmente os componentes ambientais envolvidos no processo de análise.

De acordo com Moreira (1992, p. 27), esse

tipo de método foi tomado de empréstimo dos trabalhos de ordenamento dos usos do solo realizados por Tricart (1966) e McHarg (1969), e adaptados para a avaliação de impacto ambiental de projetos lineares (vias de transporte, dutos, linhas de transmissão). O trabalho de Tricart adota como fundamento para a determinação do Zoneamento territorial as restrições impostas pela dinâmica dos sistemas ambientais, de modo a evitar a degradação dos recursos naturais. McHarg parte da análise e das interações dos fatores ambientais para avaliar a aptidão das unidades territoriais em relação aos diversos usos, utilizando um quadro matricial para discutir a compatibilidade entre eles.

As técnicas de transparências têm sido desenvolvidas utilizando-se da informática para se fazer uma análise de dados mais eficaz. Os sistemas de informações geográficas (SIG) são usados atualmente para as técnicas de superposição de transparências mapificadas, com a introdução de restrições ambientais (CANTER, 1998).

1.2.4 O arcabouço legal-institucional para a implementação de uma política de desenvolvimento sustentável

O amparo legal de ordem mais geral que atende à implementação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) no Brasil está contemplado no item anterior, o qual trata da AIA como um instrumento político-administrativo e como um recurso técnico no processo de proteção aos recursos naturais (gestão dos recursos hídricos).

Considera-se de bom alvitre abordar, neste item, entretanto, a legislação ambiental e de recursos hídricos vigentes no Brasil que dêem suporte às ações do Estado, em suas três esferas, que venham ao encontro da proteção ao meio ambiente como um todo e, particularmente, aos corpos aquáticos, cuja finalidade primeira é a de atender ao abastecimento humano, regulando as atividades antropogênicas desenvolvidas em seu território.

Incurtionando ainda na legislação complementar, verifica-se que o Brasil tem uma boa estrutura legal, contudo constata-se uma carência na quantidade e na qualidade da atuação institucional no que tange à proteção dos recursos naturais, ao controle da poluição e à

recuperação das áreas degradadas por atividades antrópicas. Ademais, em determinadas situações, a legislação ambiental “torna-se incompatível ou mesmo ambígua entre si em seus diversos níveis hierárquicos, o que poderá provocar, por conta de más interpretações, prejuízos à comunidade e ao meio ambiente” (D’AVILA *et al.*, 2000, p.165).

Destarte, relaciona-se, a seguir, a principal legislação que direta, indireta, concorrente ou suplementarmente afeta as águas para consumo humano, bem como ao meio ambiente, a qual deverá dar suporte às discussões pretendidas na presente pesquisa. Cabe ressaltar que, em geral, a hierarquia da legislação ambiental é assim composta: Lei, Decreto, Portaria e Resolução.

1.2.4.1 No âmbito Federal

Na esfera Federal, tem-se o seguinte:

- Constituição Federal, art. 23, VI e VII – Estabelece a competência comum da união, Estados, Distrito Federal e Municípios para a proteção do meio ambiente, o combate de todas as formas de poluição e preservação da floresta, da fauna e da flora.
- Constituição Federal, art. 225 – Trata especialmente do meio ambiente.
- Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934, o Código das Águas (com força de lei).
- Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal).
- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Política Nacional do Meio Ambiente. Estabelece o objetivo da preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Ainda, constitui o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 – Cria a Política Nacional de Recursos Hídricos, sob o fundamento de que a água é um bem de domínio público, limitado e de valor econômico.

Esta lei baseia-se em vários fundamentos, dentre estes se destaca o item primeiro, que diz que a água é um bem de domínio público e o quinto que se refere a bacia hidrográfica como uma unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Estabelece os objetivos de assegurar

à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas

ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais, também denominada Lei da Natureza. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de conduta e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Diz que dos crimes contra o meio ambiente, tais como a fauna, flora, da poluição de qualquer natureza, contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural, contra a administração e que possa alterar a paisagem urbana imprópria à ocupação humana, constituem em crimes ambientais, constando nos artigos 29 e 69, podendo ser aplicadas penas variando de três meses a cinco anos de prisão e/ou multa.

- RESOLUÇÃO CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.

Convém destacar nessa Resolução o seguinte: considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, resolve:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental 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.

.....

Artigo 2º - Dependerá de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do SEMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

.....

- V - oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários.

- RESOLUÇÃO CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986 - Estabelece classificação das águas doce, salobras e salinas do Território Nacional.

Artigo 1º - São classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

Águas doces

I - Classe Especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado.
-

III - Classe 2 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional.
-

- RESOLUÇÃO CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987.

Artigo 1º - A Audiência Pública referida na Resolução do CONAMA nº 001/86, tem por finalidade expor aos interessados o conteúdo do produto em análise e do seu referido RIMA, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as críticas e sugestões a respeito.

Artigo 2º - sempre que julgar necessário, ou quando for solicitado por entidade civil, pelo Ministério Público ou por 50 ou mais cidadãos, o órgão do meio ambiente promoverá a realização de audiência Pública.

- RESOLUÇÃO CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente.

- Portaria nº 443/78 – Aprova normas sobre a proteção sanitária dos mananciais, dos serviços de abastecimento público e o controle de qualidade da água.

- Portaria nº 36/80 – Aprova normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano.

- Decreto nº 92.752/86 – Aprova o Programa de Ações Básicas para a Defesa do Meio Ambiente/Programa de Ecologia Humana e Saúde Ambiental do Ministério da Saúde.

- Portaria nº 058/94 – Atribui competência à União, através do Ministério da Saúde, para estabelecer normas gerais sobre o padrão de potabilidade da água.

1.2.4.2 No âmbito do Estado do Rio Grande do Norte

Cumpra salientar primeiramente que no Brasil, em resposta ao quadro mundial, deu-se início à institucionalização de uma Política Nacional do Meio Ambiente com a criação, em 1973, da Secretaria Nacional do Meio Ambiente – SEMA e ao processo de implantação de órgãos estaduais do meio ambiente.

A Lei nº 6.938, de 31.08.1981, dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre o Sistema Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

A Constituição Federal de 1988 é a primeira a tratar deliberadamente da questão ambiental, dedicando importante capítulo ao meio ambiente, que tem como núcleo o Art. 225 que diz que todos

têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Nesse contexto, as constituições estaduais e as leis orgânicas dos municípios, utilizando-se das competências atribuídas pela Constituição Federal, vêm cuidando da questão ambiental.

No que tange ao Rio Grande do Norte, o antigo órgão de meio ambiente do Estado, a Coordenadoria do Meio ambiente – CMA, criada em 1983 e subordinada à Secretaria de Planejamento, foi incorporada pelo atual órgão, Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente – IDEMA.

No Município de Natal, foi criada, inicialmente, a Coordenadoria de Meio Ambiente – CODEMA, vinculada ao Instituto de Planejamento Urbano de Natal – IPLANAT. Em 1993, essa Coordenadoria tornou-se autônoma com a criação da Fundação do Meio Ambiente de Natal – ECONATAL. E, em 1999, com a reforma administrativa na Prefeitura, esses órgãos foram fundidos e transformados na Secretaria Especial do Meio Ambiente e Urbanismo de Natal – SEMURB.

O código do Meio Ambiente do Município de Natal – Lei nº 4.100, de 19 de junho de 1992, define a Política Municipal de Meio Ambiente, seu sistema e instrumentos de gestão.

Além do Código do Meio Ambiente, que é muito importante e precisa ser mais divulgado, o Município de Natal dispõe de outros instrumentos e dispositivos legais de controle de uso e ocupação do solo, destacando-se, dentre eles: Plano Diretor, Código de Obras, Código de Limpeza Urbana, Código Tributário e Código de Posturas Municipais, que

contribuem sobremaneira para efetivar-se a proteção ambiental, no que concerne à vida da cidade.

- Constituição do Estado do Rio Grande do Norte, de 13 de outubro de 1989.

.....

Artigo 150 - “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo e de harmonizá-lo racionalmente, com as necessidades do desenvolvimento sócio-econômico, para as presentes e futuras gerações”.

.....

Parágrafo 3º - “Estabelece os casos em que as necessidades excepcionais de empreendimentos de superior interesse para o desenvolvimento econômico estadual afetem, de alguma forma, para o restabelecimento do equilíbrio ecológico”.

- Lei nº 5.147/82 - Dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual de Controle e Preservação do Meio Ambiente, e dá outras providências.

Diz, no parágrafo dois, do artigo treze que são consideradas áreas de preservação permanente onde existem formações vegetais fixadoras de dunas, estabilizadoras de mangues e floresta e demais formas de vegetação que se encontram na legislação federal.

- Lei nº 5.743/87 - Disciplina proibição de uso de todo o território do Rio Grande do Norte para depósito de lixo atômico.
- Lei nº 6.367/93 - Institui o Plano Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
- Lei nº 6.678/94 - Cria o Fundo Estadual de Preservação do Meio Ambiente - FEPEMA, e dá outras providências.
- Lei Complementar nº 119/94 – Define princípios e institui a regionalização do estado, e dá outras providências.
- Lei nº 6.769/95 - Dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Rio Grande do Norte, e dá outras providências.
- Lei Complementar nº 139/96 - Altera a Lei Complementar nº 129/95, e dá outras providências. Institui o IDEC como órgão ambiental do Estado.
- Lei Complementar nº 140/96 - Regulamenta os artigos 150 e 154 da Constituição Estadual, e dá outras providências.
- Lei nº 6.908/96 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências, instituindo, também, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos

(CONERH) que tem como uma de suas metas a proteção das bacias hidrográficas e das águas contra ações que possam comprometer os seus usos atual e futuro.

- Lei nº 6.950/96 - Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, e dá outras providências. Fixa o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, definindo ações de proteção e recuperação das águas superficiais e subterrâneas da Zona Costeira, dentre outras determinações.

- Lei Complementar nº 148/96 - Altera a Lei Complementar 140/96, e dá outras providências.

.....

Artigo 8º - O parcelamento do solo, a construção, a instalação, a ampliação e o funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento pelo órgão executor do Sistema, sem prejuízos de outras exigências.

Parágrafo 1º - O licenciamento que trata o *caput* deste artigo compreende a expedição das licenças:

- I - Licença Prévia (LP)
- II - Licença de Instalação (LI)
- III - Licença de Operação (LO)

.....

Parágrafo 4º - Para concessão das licenças mencionadas no §1º, serão exigidos, quando couber:

I - Estudos de Impacto Ambiental - EIA, elaborado por técnicos habilitados, mobilizados e pagos pelo empreendedor, que deverá (a) contemplar as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não realização do projeto, (b) identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade, (c) definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada, considerando em todos os casos a bacia hidrográfica na qual se localiza, (d) considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

- Lei Complementar nº 31/82 – Institui o Código Estadual de Saúde, e dá outras providências.

- Decreto nº 8.600/83 - Declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, bens situados na área das dunas adjacente ao Oceano Atlântico, no Município de Natal.
- Decreto nº 8.718/83 - Cria a Coordenadoria do Meio Ambiente - CMA no IDEC, e dá outras providências.
- Decreto nº 9.100/84 - Enquadra cursos e reservatórios d'água do Estado na classificação estabelecida na Portaria nº 13/76 do Ministério do Interior, e dá outras providências.
- Decreto nº 10.388/89 - Aprova o Plano de Manejo do Parque Estadual das Dunas de Natal.
- Decreto nº 10.582/90 - Cria o Sistema de Controle Ambiental e Sanitário do Litoral Sul - SCASL, e dá outras providências.
- Decreto nº 10.683/90 - Cria a Área de Proteção Ambiental - APA, e dá outras providências.
- Decreto nº 13.211/97 - Prorroga a suspensão de licenciamentos de construções na Zona Costeira, e dá outras providências.
- Decreto nº 13.262/97 - Dispõe sobre a criação do Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, e dá outras providências.
- Decreto nº 13.283/97 - Regulamenta o inciso III do art. 4º da Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
- Decreto nº 13.284/97 - Regulamenta o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências.
- Decreto nº 13.285/97 - Aprova o regulamento da Secretaria de Recursos Hídricos.
- Decreto nº 13.836/98 - Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNERH, criado pela Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996, e dá outras providências.
- Decreto nº 13.500/97 - Aprova o Regulamento dos Parques Estaduais.
- Decreto nº 13.798/98 - Aprova o Regulamento do Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente - IDEMA.
- Decreto nº 13.799/98 - Aprova o Regulamento à Lei Complementar nº 140/96, que dispõe sobre a Política e o Sistema Estaduais de Controle e Preservação do Meio Ambiente, e dá outras providências. A referida Lei e o esse Decreto regulamentam a Política e o Sistema Estadual de Controle e Preservação do Meio Ambiente, estabelecendo

proteção à áreas ameaçadas de degradação, criando e conferindo ao Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONEMA) a capacidade de baixar as normas de sua competência, necessárias à regulamentação e implementação da Política Estadual do Meio Ambiente.

- Decreto nº 19.920, de 02 de junho de 2000, republicado em 07/06/2000 – Suspende o licenciamento de empreendimentos situados às margens do rio Pitimbu e dá outras Providências. Em seu Art. 1º, o Decreto expressa o seguinte:

fica suspenso, pelo prazo de 180 (cento e oitenta) dias, o licenciamento de qualquer empreendimento localizado às margens direita e esquerda do rio Pitimbu, numa faixa de 300 (trezentos) metros, a contar do eixo do referido rio.

Parágrafo único: A restrição de que trata o caput deste Artigo será mantida até a entrada em vigor da norma que instituirá o zoneamento da mencionada faixa.

1.2.4.3 No Município de Natal

Na esfera municipal de Natal:

- Lei nº 3.398/86 – Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Saúde, e dá outras providências.
- Lei nº 3.152/83 – Cria o Fundo Municipal de Desenvolvimento Urbano, e dá outras providências.
- Lei nº 3.175/84 – Dispõe sobre o Plano Diretor de Organização Físico-Territorial.
- Lei nº 4.100/92 – institui o Código do Meio Ambiente de Município do Natal, determinando os objetivos e diretrizes da política ambiental desse município.
- Lei nº 4.448/93 – Dispõe sobre a constituição do Conselho Municipal de Habitação e Desenvolvimento Social de Natal – CONHABIN e do Fundo Municipal de Habitação e Desenvolvimento Social de Natal – FUNHABIN.
- Lei nº 4.547/94 – Dispõe sobre o uso do solo, limites e prescrições urbanísticas da Zona Especial de Interesse Turístico – ZET 2, criada pela Lei nº 3.175/84, que altera seus limites.
- Lei Complementar nº 07/94 – Aprova o Plano Diretor da Cidade do Natal. Instrumento básico da política de desenvolvimento urbano do Município, bem como de orientação do desempenho dos agentes públicos e privados que atuam na produção e gestão do espaço urbano.

- Lei nº 4.594/95 – Dispõe sobre a coleta seletiva do lixo industrial, comercial e residencial em Natal.
- Lei nº 4.169/95 – Dispõe sobre a regulamentação do procedimento para análise do Relatório de Impacto de Vizinhança – RIV, conforme determina a Lei Complementar nº 07/94, e dá outras providências.
- Lei nº 4.842/97 – Determina que todas as empresas de abastecimento d'água, independentemente de sua pessoa jurídica, procedam à fluoração do produto fornecido.
- Lei nº 4.912/97 – Dispõe sobre o uso do solo, limites e prescrições urbanísticas da Zona de Proteção Ambiental – ZPA 4, das dunas do Guarapes, região oeste de Natal.
- Lei nº 4.748/96 – Regulamenta a limpeza urbana no Município do Natal.
- Lei nº 4.459/98 – Cria a Fundação do Meio Ambiente de Natal – ECO-NATAL.
- Lei Complementar nº 020/99 extingue a ECO-NATAL e cria a Secretaria Especial de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal– SEMURB.

1.2.4.4 No Município de Parnamirim

Na esfera municipal de Parnamirim:

O Município de Parnamirim conta com a seguinte legislação:

- Lei nº 1019/99, de 21 de setembro, a qual dispõe sobre a coleta seletiva de lixo industrial, comercial e residencial no Município e dá outras providências.
- Lei nº 1035/99, de 15 de dezembro, que institui o Distrito industrial, comercial e de serviços de Parnamirim, estabelece condições para a sua instalação e dá outras providências.
- Também faz parte do arcabouço legal e de responsabilidade constitucional desse Município, a habilitação do mesmo à condição de Gestão Plena do Sistema Municipal de Saúde, deliberado pela Comissão Intergestores Bipartite/RN, através da Deliberação nº 34/98, em 06 de março.
- Lei nº 738/93: todo território de Parnamirim foi definido como Área Urbana (SETUR, p. 30).

No entanto, esse Município ressenete-se de legislação ambiental, não se encontrando alguma referência na Lei Orgânica do Município à áreas de proteção ambiental.

1.2.4.5 No Município de Macaíba

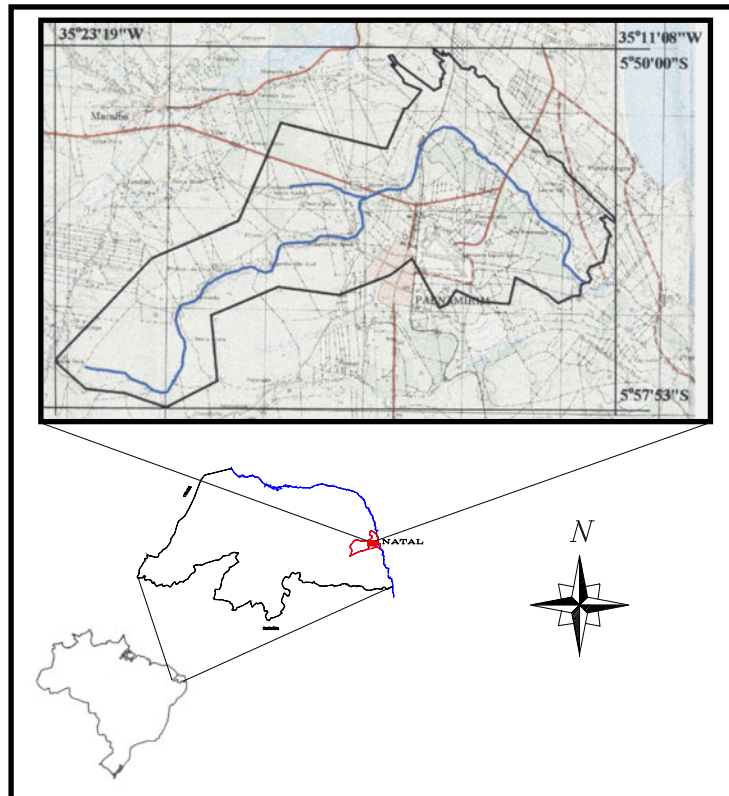
Na esfera municipal de Macaíba:

O Município de Macaíba ressenete-se de legislação ambiental, não se encontrando alguma referência na Lei Orgânica do Município à áreas de proteção ambiental.

2 ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS DA ÁREA ESTUDADA

2.1 Localização Geográfica

A bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP), a montante da lagoa do Jiqui, possui uma área de contribuição de aproximadamente 126,75km². Constitui um polígono irregular, cujo retângulo envolvente situa-se entre os paralelos 5°50'00" e 5°57'53" de latitude sul e os meridianos 35°11'08" e 35°23'19" de longitude oeste. É formada territorialmente por parcelas dos municípios de Macaíba, Natal e Parnamirim, integrantes da *Região Metropolitana de Natal*¹⁶ (FIGURA 2.01).



Fonte: Base cartográfica: Brasil. DSG, 1983 - Delimitação da BHRP: Medeiros Sobrinho, 1999.

Adaptação: Borges, 2001.

FIGURA 2.01: Localização da área estudada.

¹⁶ A Região Metropolitana de Natal foi criada através da Lei Complementar nº 152, de 16 de janeiro de 1997, publicada no Diário Oficial de 06 de fevereiro do mesmo ano. É composta pelos seguintes municípios: Natal, Macaíba, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, Extremóz e Ceará-Mirim (PASSOS, 1998). Entretanto, ainda não foi regulamentada.

2.2 Características físicas e bióticas

2.2.1 Clima

O Rio Grande do Norte, estado no qual a bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP) insere-se, apresenta os seguintes tipos de clima: clima árido, localizado na parte central e litoral setentrional, prolongando-se numa faixa estreita, quase contínua, até o extremo sul do Estado, abrangendo uma área total de 18% da superfície estadual. Não apresenta excedente de água durante todo o ano; clima semi-árido, o qual tem o seu domínio em todo interior do Estado, de forma quase contínua, onde, a oeste, se prolonga até o litoral setentrional, perfazendo uma área de 57% da superfície estadual. Apresenta um excedente de água inferior a 40mm, durante os meses de março e abril; clima sub-úmido seco, localizado, em parte, no litoral oriental e nas áreas serranas do interior do Estado, o qual abrange 20% da superfície estadual. Possui um excedente de água que vai de 150 a 450mm, durante os meses de março, abril, maio e junho, aproximadamente; clima úmido, localizado no litoral oriental, engloba as estações pluviométricas de Natal, São José de Mipibu e Canguaretama, perfazendo 5% da área estadual (IDEMA, 1998).

Considera-se importante destacar que a estação pluviométrica de Natal apresenta um excedente de água de 1040mm, distribuído nos meses de fevereiro a junho, enquanto as estações de Canguaretama e de São José de Mipibu têm um excedente anual de 400mm, distribuídos de abril a junho (IDEMA, 1998).

Segundo a classificação de Köppen (VIANELLO; ALVES, 1991, p. 385), a área estudada apresenta características de clima Tropical chuvoso (As'), com temporada de chuvas se deslocando do verão para o outono, de fevereiro a agosto, quando os totais mensais, em média, excedem os 100mm. Os meses mais secos são outubro, novembro e dezembro, com o total de precipitação, em média, abaixo de 40mm (FUNPEC, 1998).

De acordo com a classificação climática do Estado do Rio Grande do Norte (SERHID, 1998), essa bacia apresenta-se inserta em uma faixa com clima sub-úmido do tipo C1da'a', segundo a classificação climática de Thornthwaite, com característica de clima seco e sub-úmido, com pequeno ou nenhum excesso d'água, megatérmico, com baixa variação estacional.

Com um coeficiente de variação relativamente baixo, de 28%, a precipitação média anual na Barreira do Inferno (Parnamirim) para o período de 1984-94 foi de 1.648mm. A menor precipitação anual, de 1.115mm ocorreu em 1989 e a maior, de 2.438mm, em 1986 (FUNPEC, 1998).

A Carta que apresenta as Isoietas Anuais do Estado do Rio Grande do Norte (SERHID, 1998), possibilita verificar que a área estudada encontra-se sob três isolinhas, as quais representam precipitações médias anuais de 1.200, 1.100 e 1.000mm, respectivamente, indicando uma redução do volume de chuvas em direção ao interior do Estado (de leste para oeste) (FIGURA 2.02).

Ressalta-se que o volume aproximado de precipitação pluviométrica anual captado pela BHRP é de cerca de $182,72 \times 10^6 \text{m}^3$, em média, apresentando diferenças com relação à sua distribuição espacial, uma vez que, observando-se as linhas de isoietas traçadas por Silva (1996), constata-se uma redução dos totais pluviométricos médios anuais, na medida em que se caminha para o interior da bacia, com isoietas paralelas ao litoral.

Considera-se importante salientar que os dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET) mostram que, na década de 60 choveu em Natal acima de 2.000mm, nos anos de 1963 e 1964, com 2.126mm e 2.827mm, respectivamente, o que provocou a inundação de lagoas semi-perenes na área urbana devido ao aforamento do lençol freático (NUNES, 1996).

Situação idêntica ocorreu na década de 70, nos anos de 1973 e 1974, com índices de 3.510mm e 2.461mm, respectivamente. Na década de 80, os anos mais chuvosos foram 1985 (2.224mm) e 1986 (2.438mm), com transbordamento de lagoas.

Atualmente, segundo os dados da estação climatológica principal da UFRN, para esta década o ano mais chuvoso foi 1994, com 2.179mm. Os problemas de inundações de lagoas urbanas tomam-se mais graves, devido ao processo acelerado de crescimento urbano, embora seja a chuva a única fonte renovadora de água da zona litorânea do Estado, tanto superficial como sub-superficial. As precipitações elevadas que ocorrem em Natal ($> 2.000\text{mm}$), provocam inundações em áreas mais rebaixadas, por aforamento do lençol freático (NUNES, 1996).

O regime térmico na região litorânea é relativamente uniforme e as temperaturas são elevadas ao longo de todo o ano. Essas características são devidas a grande quantidade de radiação solar incidente à superfície terrestre associada a altas taxas de nebulosidade. Além disso, a proximidade do mar induz à redução na amplitude térmica.

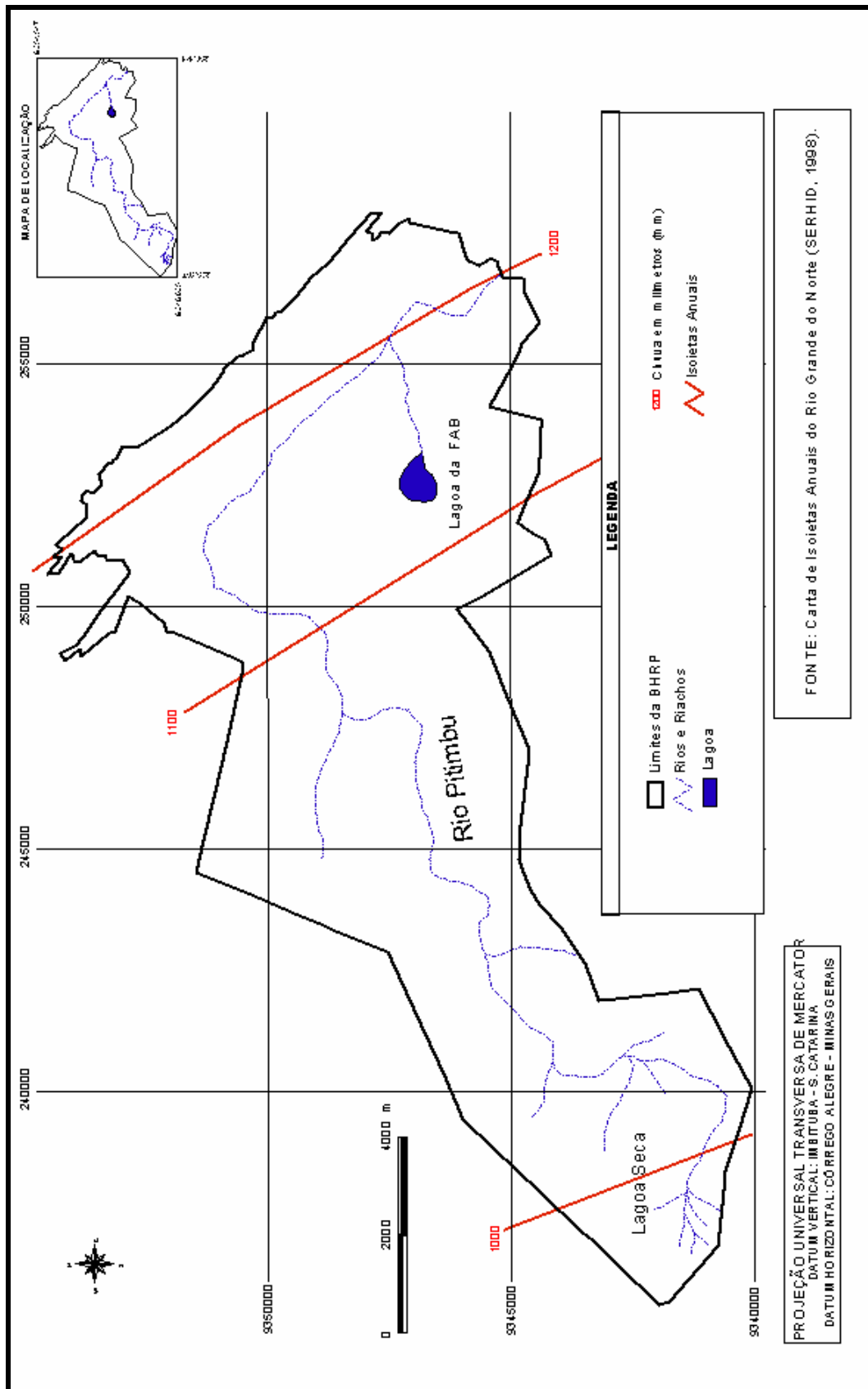


FIGURA 2.02: Carta de Isoietas Anuais da BHRP.

Nesse cenário, a BHRP apresenta temperaturas elevadas ao longo de todo o ano. No período de 1984 a 1990, a temperatura média anual foi de 26,4^oC e as médias mensais apresentavam pequena variação ao longo do ano, com amplitude térmica de 3,7^oC. A menor temperatura média mensal, 21,7^oC, ocorreu no mês de julho e a maior, 30,9^oC, em março.

No mesmo período, a umidade média relativa anual foi igual a 79%, sendo os meses de abril, maio, junho e julho os mais úmidos, com média em torno de 83%. Os meses de menor umidade média relativa foram outubro, novembro e dezembro, com médias em torno de 75% (FUNPEC, 1998).

Segundo Santos (1999), essa pouca variação anual, no campo da umidade, deve-se a posição geográfica, maritimidade e a predominância de massa de ar tropical marítima, com característica quente e úmida na baixa troposfera.

Estas características climáticas associadas às formações geomorfológicas e pedológicas são favoráveis ao desenvolvimento de diferentes espécies nativas, propiciando à paisagem local, características próprias. Ainda concorre para uma maior atratividade de habitantes para a região em decorrência de, nela, se encontrar um corpo d'água como o rio Pitimbu que facilita as atividades aí desenvolvidas (p.31).

No tocante à insolação, Melo (1995) esclarece que, de acordo com os dados da estação climatológica da UFRN, período 1984-1993, as maiores insolações ocorrem nos últimos meses do ano (período seco), com valor que atinge 288 horas (outubro). Os meses menos ensolarados são os que vão de fevereiro a julho, com valor mínimo de 189 horas. A insolação média anual está compreendida entre 2.591 e 3.189 horas.

A taxa de evaporação medida em evaporímetro Piche, no período de 1984-1993, na mesma estação climatológica (UFRN), atingiu um total médio anual de 2.133mm. A evapotranspiração potencial anual foi calculada pelo método Turc (1960), conforme Castane (1975), cujo total anual de evapotranspiração foi da ordem de 1.549mm (MELO, 1995).

Em média, durante 211 dias por ano, os ventos no litoral oriental do Rio Grande do Norte sopram predominantemente de sudeste. Ventos de leste são predominantes durante 102 dias por ano e os ventos de sul por 37 dias. Ao longo de todos os meses do ano, predominam os ventos de sudeste, seguidos pelos ventos de sul, que são mais frequentes de abril a julho e os ventos de leste, de outubro a março. A velocidade média anual do vento em Natal é de 4,3m/s (15,5km/h), com as maiores médias mensais ocorrendo de agosto a novembro e as menores em março e abril. As velocidades médias diárias máximas são elevadas ao longo de todo o ano, oscilando entre 8,3 e 10,3m/s (30,0 e 37,0km/h). Ventos dessa intensidade provocam facilmente o deslocamento dos grãos de areia. Como os ventos são intensos durante

todo o ano, existe constante risco de ocorrência de erosão eólica, sobretudo nas superfícies arenosas desprovidas de cobertura protetora. Os riscos de erosão são mais intensos nos flancos dunares dos vales mais encaixados e estreitos, onde a velocidade do vento é ainda maior (FUNPEC, 1998).

2.2.2 Geologia

A paisagem costeira do Rio Grande do Norte, representada por feições geomorfológicas recentes, como falésias, estuários, baías, praias, manguezais, lagoas e dunas, é reconhecidamente frágil, notadamente na região sob influência da cidade de Natal.

O estudo da geologia e das formas de relevo encontradas nessa faixa litorânea, sugere a evolução da mesma através de sucessivos processos, tais como variações do nível do mar, mudanças climáticas, tectonismo recente e, finalmente, a atuação do homem, sem dúvida o principal agente modificador da paisagem natural e principal responsável por sua configuração atual (FIERN, 2000).

A região da Grande Natal se insere na faixa sedimentar costeira oriental do Estado do Rio Grande do Norte, no contexto da sub-bacia Natal, a qual pertence à bacia Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte (MABESOONE; SILVA apud MOREIRA; SOUZA, 1998).

A estratigrafia da Grande Natal, área estudada por Nunes (1996) e Moreira; Souza (1998), é constituída por rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano, arenitos e calcários mesozóicos aflorantes, sedimentos areno-argilosos terciário-quadernários atribuídos à Formação Barreiras e quadernários à Formação Potengi, arenitos praias holocênicos (beach-rocks), areias de dunas sub-recentes e recentes, areias de praias, aluviões recentes e sedimentos indiscriminados de mangues depositados nos estuários.

No tocante à cobertura sedimentar cenozóica, denominada Formação Barreiras¹⁷, sabe-se que a mesma possui a seguinte constituição: clásticos areno-argilosos, com seixos de quartzo e limonita granulometricamente mal selecionadas e afossilíferas de ambiente fluvial. Apresentam um certo grau de compactação e oxidação, os quais tendem a aumentar nas proximidades do litoral, formando “couraças” ferruginosas. A Formação Barreiras repousa

17 Mabesoone *et al.* (1987), citado por Nunes (1996), denominou esta cobertura sedimentar cenozóica de “Formação Barreiras”, para indicar o volume sedimentar heterogêneo terciário-quadernário encontrado na faixa costeira dos estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Esse volume constitui uma única unidade litoestratigráfica que tem variações faciológicas, em função de diferentes sistemas deposicionais, como produto de acumulação de ambiente fluvial e litorâneo.

sobre embasamento cristalino pré-cambriano ou sobre depósitos cretácicos, sendo compostos por sedimentos arenosos variegados com fácies argilosas e linhas de seixos arredondados que evidenciam a atuação erosiva pretérita.

Moreira; Souza (1998) esclarecem que essa formação apresenta três fácies sedimentares principais na região de Natal, as quais desenvolvem uma variabilidade de produtos de alteração, agrupados em três tipos de materiais residuais. A fácies inferior é areno-ferruginosa com porções de arenitos argilosos esbranquiçados, apresentando solos residuais argilosos, friáveis e de coloração variegada; segue-se a fácies intermediária areno-conglomerática com solo residual bastante alterado, caracterizando-se pela presença de seixos rolados de quartzo e suas variedades criptocristalinas e a fácies superior areno-argilosa que ocorre de forma localizada, compreendendo um arenito fino a médio, grosseiro e conglomerático, argiloso esbranquiçado, com solo residual areno-argiloso a argilo-arenoso.

Duarte (apud MOREIRA; SOUZA, 1998) estima a espessura da Formação Barreiras, a partir dos vários poços perfurados, em um intervalo de 45 a 60m e sugere um sistema fluvial para a deposição desta unidade devido aos seus aspectos texturais e a geometria dos corpos.

Sobrepostos à Formação Barreiras encontram-se, na área em tela, sedimentos arenosos, com pouca argila, friáveis, permeáveis e espessos, de coloração amarelo avermelhada, os quais chegam ao litoral nas falésias, sendo denominados por Nunes (1996) de cobertura de alteração intempérica latossilizada e cobertura de alteração intempérica arenosa quartzosa, o qual afirma que essa “unidade tem origem certamente da dissipação dos campos dunares, através da mistura de material eólico, com outros da formação subjacente” (p. 43).

Para Vilaça (1999)¹⁸, a lagoa do Jiqui, quanto à gênese, pode ser considerada como proveniente de movimentos diferenciais da crosta terrestre, tipo falha tectônica, associados às atividades de transporte e deposição de sedimentos no leito do rio que se formou (rio Pitimbu), causando o represamento de seus efluentes. Essas falhas tectônicas são resultantes da reativação de falhamento do pré-cambriano, ocorrido no terciário ao início do quaternário, ou seja: durante ou após a deposição das seqüências sedimentares de grande variação faciológica (arenitos a argilitos), denominada de Grupo Barreiras. Esse grupo é responsável pela feição de relevo aplainado a suave ondulado do litoral, conhecido como Tabuleiro Costeiro (informação verbal).

¹⁸ José Gilson Vilaça - Geólogo e Chefe do Departamento de Controle e Impacto Ambiental da Secretaria Especial de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal (SEMURB) – Informações prestadas em entrevista semi-estruturada (1999).

Destaca-se que os Tabuleiros Costeiros constituem uma unidade morfológica predominante na bacia e pode ser descrita como forma tabular de relevo de topo plano com diferentes ordens de grandeza ou altitude e com aprofundamento de drenagem (canal de escoamento), separados, geralmente, por vales de fundo plano. No geral, as formas pediplanadas dos tabuleiros apresentam interflúvios de topos aplainados, com inclinação ligeira em direção ao oceano e formas alongadas quando se adentra o continente (NUNES *et al.*, 1993).

Nunes (2000) identificou vários blocos estruturais que definem unidades homogêneas ao analisar as morfo-estruturas da Grande Natal. Essa análise permitiu caracterizar as morfo-estruturas, ou seja,

o estabelecimento de zonas estruturalmente anômalas, positivas (estruturas dômicas ou antifomes); negativas (depressões estruturais ou sinformes), ou ainda descontinuidades estruturais (lineamentos e falhas), que podem encontrar-se em posição altimétrica alta ou baixa, ou seja, antifomes (altos estruturais) e sinformes (baixos estruturais), denominados de: AA - alto topográfico/alto estrutural; AB - alto topográfico/baixo estrutural; BA - baixo topográfico/alto estrutural e BB - baixo topográfico/baixo estrutural (p. 27).

Fazendo-se um recorte da área acima mencionada, ou seja, delimitando-se a área ocupada pela bacia hidrográfica do rio Pitimbu, e, aprofundando-se nos estudos desenvolvidos pelo pesquisador supramencionado, foi possível obter informações importantes sobre a área objeto de estudo da presente pesquisa, através da identificação das características morfo-estruturais, fisiográficas e das coberturas de alteração intempéricas relativas a essa região.

Nesse contexto, ressalta-se que a carta morfo-estrutural da BHRP (FIGURA 2.03) proporcionou a constatação da presença do bloco III, e dos sub-blocos IIIa e IIIb, com predominância do IIIa, onde se apresentam os baixos topográficos e altos estruturais (BA) em quase 100% da área da bacia. Quanto aos baixos topográficos e baixos estruturais (BB), apresentam-se na região paralela ao rio Pitimbu, em sua margem esquerda, no trecho que vai do Planalto (pontilhão) à lagoa do Jiqui, aproximadamente.

Nota-se, também, a presença dos altos topográficos e baixos estruturais (AB) na região próxima à nascente do rio Pitimbu (município de Macaíba) e estende-se em direção ao rio Jundiá (também no município de Macaíba).

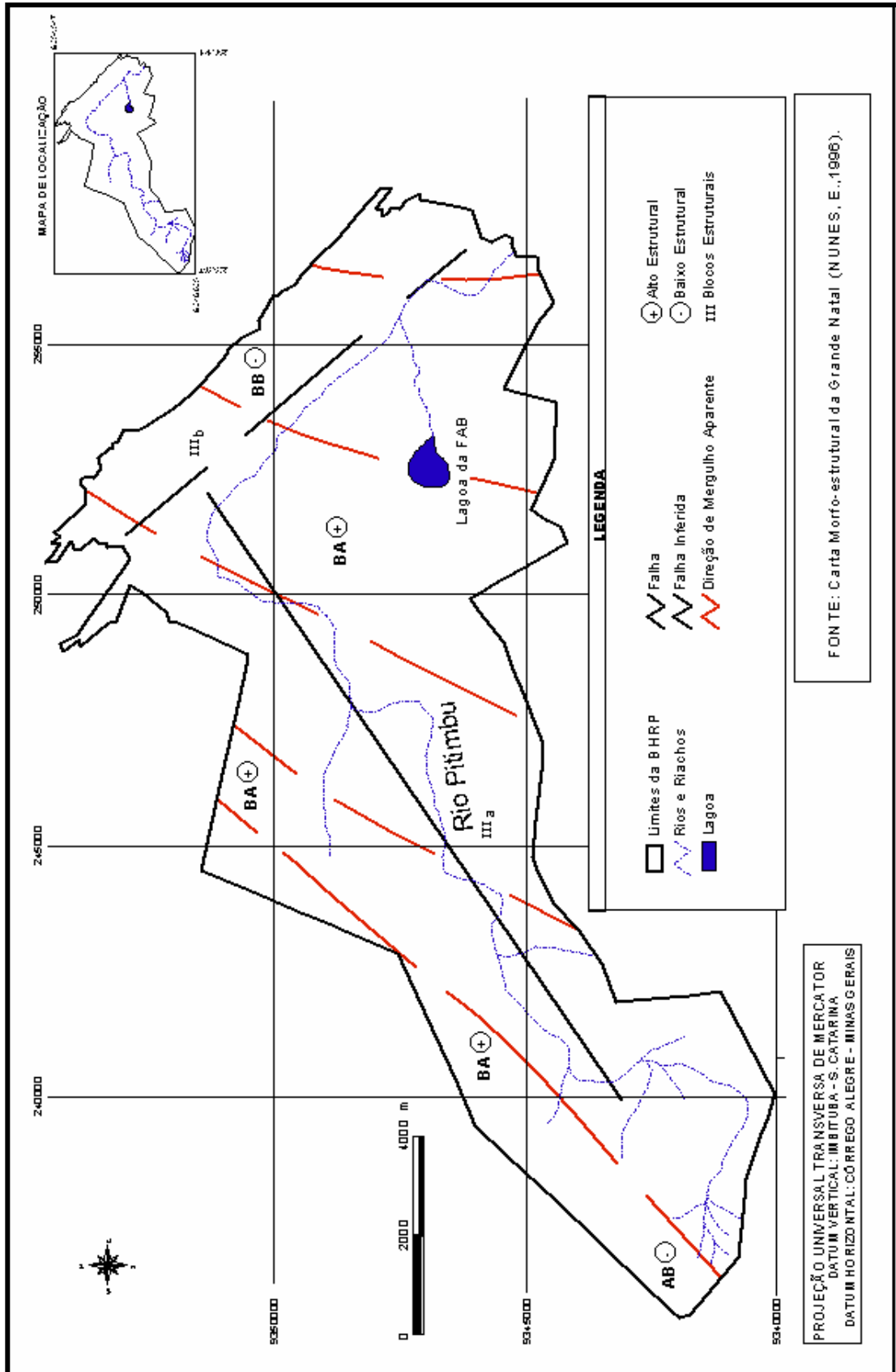


FIGURA 2.03: Carta Morfo-Estrutural da BHRP.

2.2.3 Geomorfologia

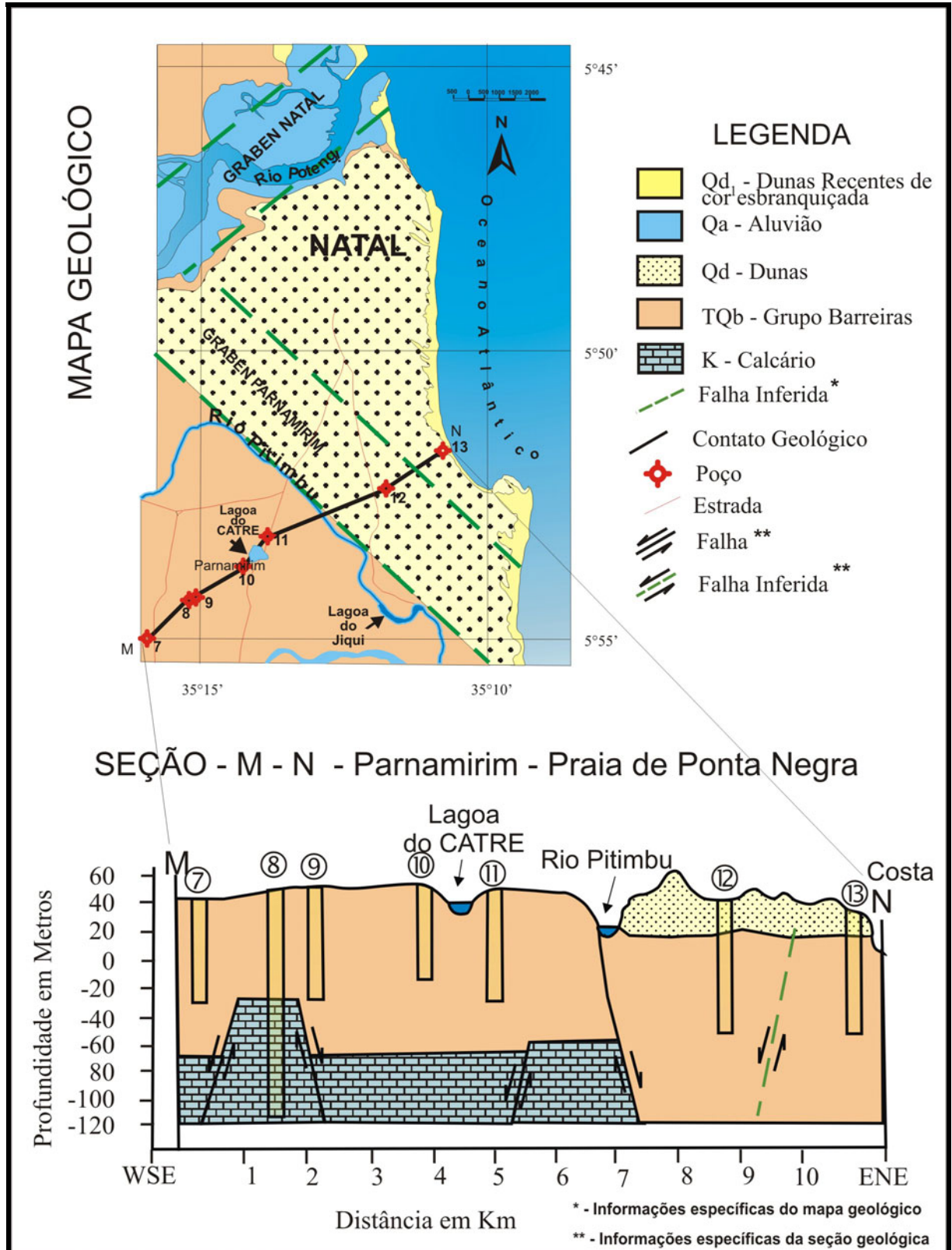
De acordo com Nunes (1996), o relevo apresenta-se como resultante da interação de fatores climáticos, litológicos e tectônicos, dos quais resultaram as seguintes formas: terrenos com suaves ondulações, decorrentes da pediplanação sobre os sedimentos plio-pleistocênicos da Formação Barreiras, que são designados por King (1956) como sendo a “Superfície Velhas” (*sic*), com altitudes que variam entre 40 e 400m, no sentido do litoral para o interior. Essa unidade geomorfológica, caracterizada por terrenos com suaves ondulações, é classificada como de Superfície dos Tabuleiros (MABESOONE; CASTRO, 1975 apud SANTOS, 1999).

No âmbito da Grande Natal, destaca-se que, em alguns locais, esses sedimentos são interrompidos abruptamente, formando falésias vivas e mortas ao longo da costa. Em outras áreas, a continuidade desses terrenos é quebrada pelo aparecimento de dunas que cobrem grande parte dessa área, as quais formam verdadeiros cordões alongados paralelos, dispostos segundo a orientação SE-NW, em conformidade com a direção predominante dos ventos atuais. Elevam-se até 60m de altura, são fixas ou móveis, constituídas por Areias Quartzosas, de cores brancas, amareladas e avermelhadas, resultante de gerações diversas (NUNES, 1996).

Ocorrem ainda na área da Grande Natal, estuários, planícies de mangues, praias, terraços e vales fluviais largos e de fundo chato, com rios pouco entalhados. Essas terras baixas são designadas por King (1956), citado por Nunes (1996), como “Ciclo Polifásico Paraguaçu”. Está encaixado na Superfície dos Tabuleiros formando terraços de 15-16m, de 7-8m e de 2-3m acima do leito dos rios.

Para Santos (1999), pelo fato dos rios Potengi, Jundiá e parte do rio Pitimbu serem originados por falhas de gravidade ou constituírem em fossa tectônica ou grabens, estes possuem as características de amplos talwegues.

Cabe destacar que estudos realizados a partir de levantamentos geofísicos identificaram falhamentos de gravidade, originando vales estruturais dentro de grabens. Tomando-se como exemplo a região circundante ao objeto de estudo desta pesquisa, tem-se que Costa; Salim (1972) identificaram vales dentro de grabens no rio Pitimbu, lagoa do Jiqui e o rio Pium, denominado de Graben Parnamirim (FIGURA 2.04).



Fonte: Costa; Salim (1972).

Adaptação: Borges, 2001.

FIGURA 2.04: Mapa Geológico e Seção.

As unidades morfológicas encontradas na região da BHRP são dunas fixas que acompanham o Graben Parnamirim na direção noroeste-sudeste, localizadas à margem esquerda do rio Pitimbu na área de Natal e as formas tabulares, ou seja, os Tabuleiros Costeiros, são encontrados predominantemente nos municípios de Macaíba e Parnamirim (FIGURA 2.04). De acordo com Costa; Salim (1972), “o Grupo Barreiras foi movimentado no Graben Parnamirim, originando um relevo deprimido de que se aproveitou uma transgressão dunar antiga para acomodar-se nela” (p. 137).

As dunas fixas encontram-se na faixa litorânea, sobreposta aos tabuleiros, às planícies de depósitos marinhos continentais remodelados pelos ventos e às planícies flúvio-marinhas quaternárias. As dunas litorâneas apresentam diferentes colorações e, quanto mais próximas do litoral, a coloração varia de creme a vermelho. São aquelas que apresentam as maiores alturas, parcialmente fixadas por vegetação arbustiva e arbórea (restinga).

As dunas vermelhas estão parcialmente recobertas por dunas de cor creme, revestindo inúmeras lagoas do litoral do Rio Grande do Norte (PRATES, M.; GATTO, L. C. S.; COSTA, M. I. P., 1981). Esta unidade geomorfológica está localizada na porção leste da bacia em evidência, sobrepondo-se aos Tabuleiros Costeiros das cidades de Natal e Parnamirim.

O estudo dos solos profundos e bem evoluídos encontrados nas superfícies da Grande Natal, permitiu a Nunes (2000) classificar diversas unidades fisiográficas homogêneas denominadas domínios geo-ambientais.

Na bacia hidrográfica analisada foram identificados os seguintes domínios geo-ambientais: domínio das planícies sedimentares; domínio das colinas cristalinas e domínio litorâneo-eólico, os quais possuem características individuais distintas (FIGURA 2.05).

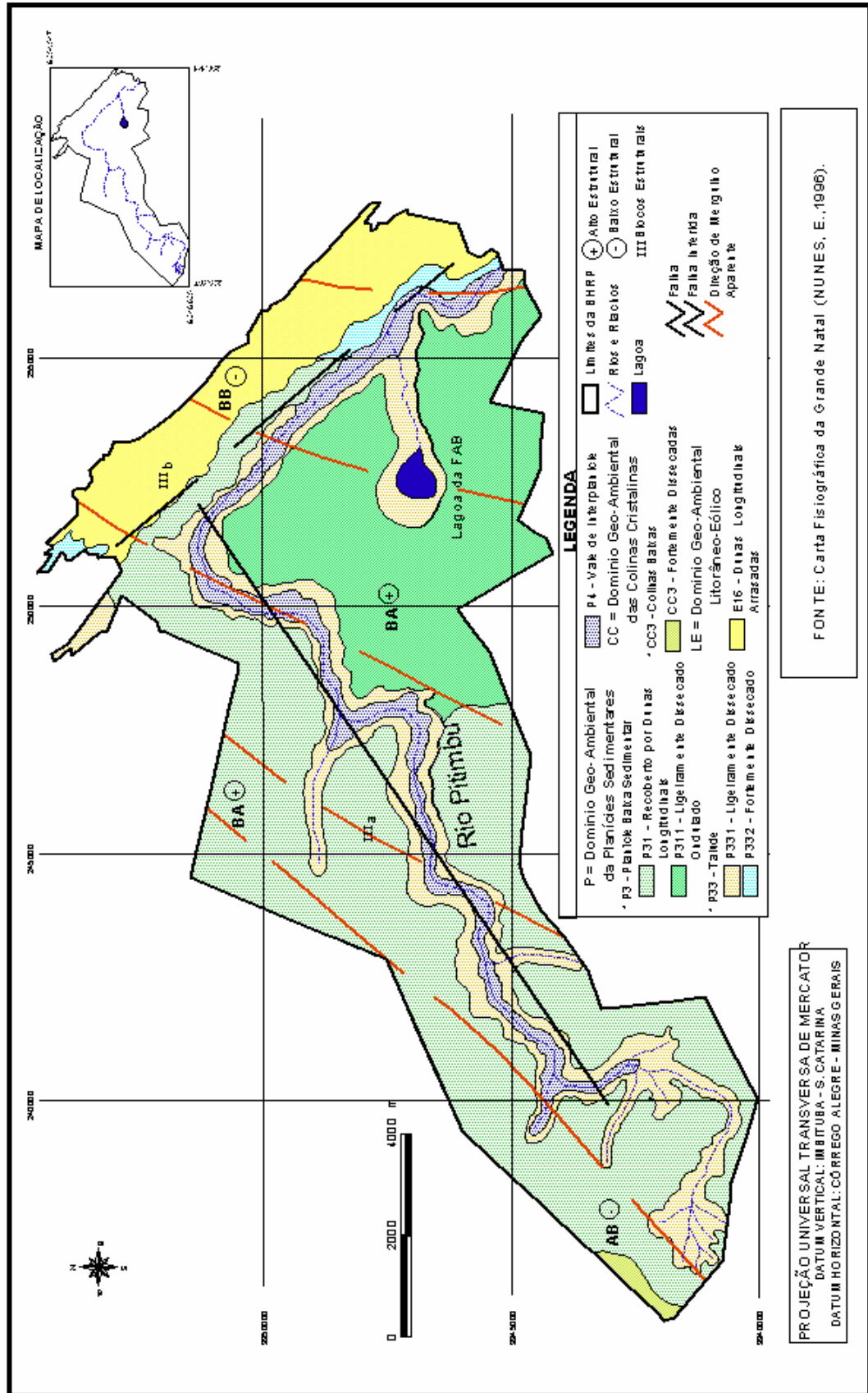


FIGURA 2.05: Carta Fisiográfica da BHRP.

Assinale-se que são verificados os baixos topográficos e altos estruturais e altos topográficos e altos estruturais no domínio geo-ambiental (DGA) das planícies sedimentares, denominada de superfície dos tabuleiros, onde encontram-se as planícies médias e baixas, tendo na sua base a Formação Barreiras,

podendo ainda encontrar-se recoberto por dunas parabólicas ou dunas longitudinais. Apresentam formas alongadas em direção ao interior do continente, com altitudes que não ultrapassam 60m, e geralmente acha-se entalhada por vales fluviais (NUNES, 2000, p.30).

Quanto ao DGA das colinas cristalinas, apresentam-se os altos topográficos e baixos estruturais, com relevo de colinas, tendo como embasamento rochas graníticas, podendo encontrar-se recobertas pela Formação Barreiras. São colinas médias ou baixas, ligeiramente dissecadas a fortemente dissecadas por morfogênese intensa de dinâmica variada (NUNES, 2000).

Por fim, o DGA litorâneo-eólico, onde se encontram os baixos topográficos e baixos estruturais, destacando-se a cobertura arenosa dunar de planície, intercalada com lagoas temporárias e perenes, sendo essa área a mais rica em aquíferos livre (NUNES, 2000).

É importante revelar, ainda, que o georeferenciamento e a vetorização da carta supramencionada possibilitou o levantamento da área de cada DGA e o seu percentual em relação à bacia hidrográfica do rio Pitimbu (GRÁFICO 2.01).

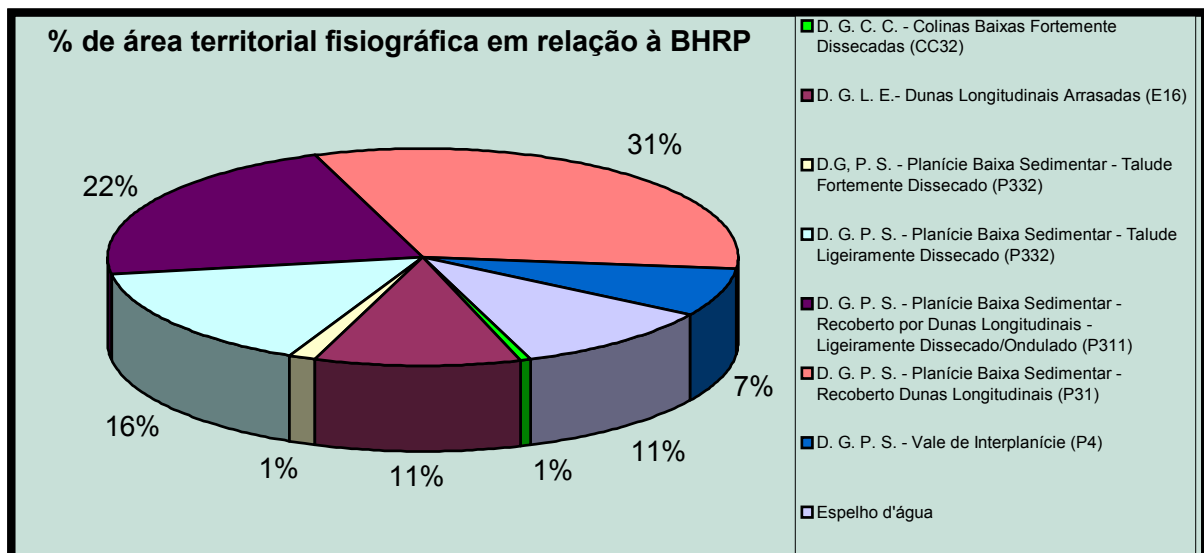


GRÁFICO 2.01: Percentual de área territorial fisiográfica em relação à BHRP.

2.2.4 Pedologia

Segundo Prado (1995), em regiões de clima tropical úmido, geralmente no relevo suavemente ondulado, ocorrem solos com horizonte B latossólico¹⁹, e os solos que apresentam horizonte B textural e B incipiente, como regra geral, ocorrem no relevo ondulado e forte ondulado. No relevo montanhoso, predominam solos com horizonte B incipiente e solos com a seqüência de horizontes A-R e A-(B e/ou C) pouco espessos, os quais são comuns no relevo escarpado. Finalmente, no relevo plano de várzea próximo aos rios ou riachos, ocorrem os solos gleisados e/ou aluviais.

Conforme SUDENE; BRASIL. Projeto Radambrasil (1971, 1981), os solos da Grande Natal caracterizam-se pelas seguintes unidades, originárias de dois períodos distintos: quaternário e terciário. O primeiro refere-se às formações mais recentes, que dão origem às dunas, as quais são formadas pelas Areias Quartzosas Marinhas; solos aluviais, solos Glei e indiscriminados de mangue. O segundo, trata-se da Formação Barreiras, que está relacionado com as planícies sedimentares costeiras (tabuleiros) e formam os latossolos, areias quartzosas distróficas e podzólicos, além das colinas cristalinas que estão sobre embasamento cristalino granito e gnaiss, que dá origem a podzólicos, a litossolos e a bruno-não-cálcicos.

Nessa região são encontrados solos classificados, em nível de reconhecimento, como: Areias Quartzosas Marinhas distróficas, fase relevo suave ondulado e ondulado; Solos indiscriminados de mangue, textura indiscriminada, fase relevo plano; Solos Aluviais eutróficos, textura indiscriminada, fase floresta de várzea, relevo plano; Solos Glei eutróficos, textura indiscriminada, fase campos de várzea, relevo plano; Areias Quartzosas distróficas, fase floresta subperenifólia, relevo plano, associado com Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média, fase floresta subperenifólia, relevo plano e Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média, fase floresta subperenifólia, relevo plano (NUNES, 1996).

¹⁹ Horizonte B latossólico é um tipo de horizonte diagnóstico de sub-superfície. É caracterizado pela intensa intemperização sem acúmulo de argila. Considera-se importante registrar que o horizonte B é denominado de diagnóstico de sub-superfície porque apresenta o grau máximo de desenvolvimento de cor, textura, estrutura, consistência e material translocado (se ocorrer). Os horizontes diagnósticos caracterizam-se por determinado número de propriedades morfológicas, químicas, físicas e mineralógicas, definidas quantitativamente e servem para identificar e distinguir classes (taxa) de solos (CURI *et al.*, 1993 apud PRADO, 1995).

A característica pedológica da BHRP é de solos bastante intemperizados, relacionados ao clima da região, bem como ao material de origem. É formada, basicamente pelas unidades a seguir descritas (FIGURA 2.06).

A cobertura de alteração intempérica latossolizada (solo de tabuleiro) (Lv), abrange 33% da bacia hidrográfica do rio Pitimbu.

São solos muito profundos e permeáveis. Fortemente drenados, boa resistência à erosão e elevado grau de intemperismo. São solos ácidos e de baixa fertilidade natural, compreendendo solos com horizonte B latossólico (Bw). Aparecem, também, associados a outras unidades, em áreas cujo relevo apresenta-se plano a suavemente ondulado. São desenvolvidos a partir dos sedimentos da Formação Barreiras (NUNES, 2000).

Ocupando 55% da bacia estudada, encontra-se a cobertura de alteração intempérica arenosa podzolizada (solo de arisco) (AQp).

Essa cobertura é encontrada, predominantemente, nos taludes das planícies sedimentares costeiras, seguindo a rede de drenagem. São solos arenosos na superfície e, com a profundidade, são argilosos, proporcionando, desse modo, o dissecamento dos taludes e o grau de inclinação. É uma cobertura desenvolvida a partir de sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras, em relevo plano, com vales abertos a suave ondulado, com vertentes longas (NUNES, 2000).

A cobertura de alteração intempérica arenosa quartzosa (solo de arisco) (AQz) corresponde a 11% dessa bacia.

Trata-se de solos muito arenosos, profundos, excessivamente drenados, ácidos e de baixa fertilidade natural. Predominantemente encontrados em relevo plano, como nas planícies sedimentares costeiras, derivados dos sedimentos areno-quartzosos da Formação Barreiras (NUNES, 2000).

Por fim e em menor proporção, cerca de 1%, ocorre na parte oeste dessa bacia, uma associação de coberturas de alterações intempéricas podzolizada e litólica (solo de cascalho) (PV/LI).

São solos rasos a medianamente profundos (100cm), arenosos, moderadamente drenados, ácidos, possuem baixa fertilidade natural e apresentam erosão ligeira. São desenvolvidas sobre rochas cristalinas granítica e gnáissica que encontram-se sob a camada pouco espessa de sedimentos da Formação Barreiras (NUNES, 2000).

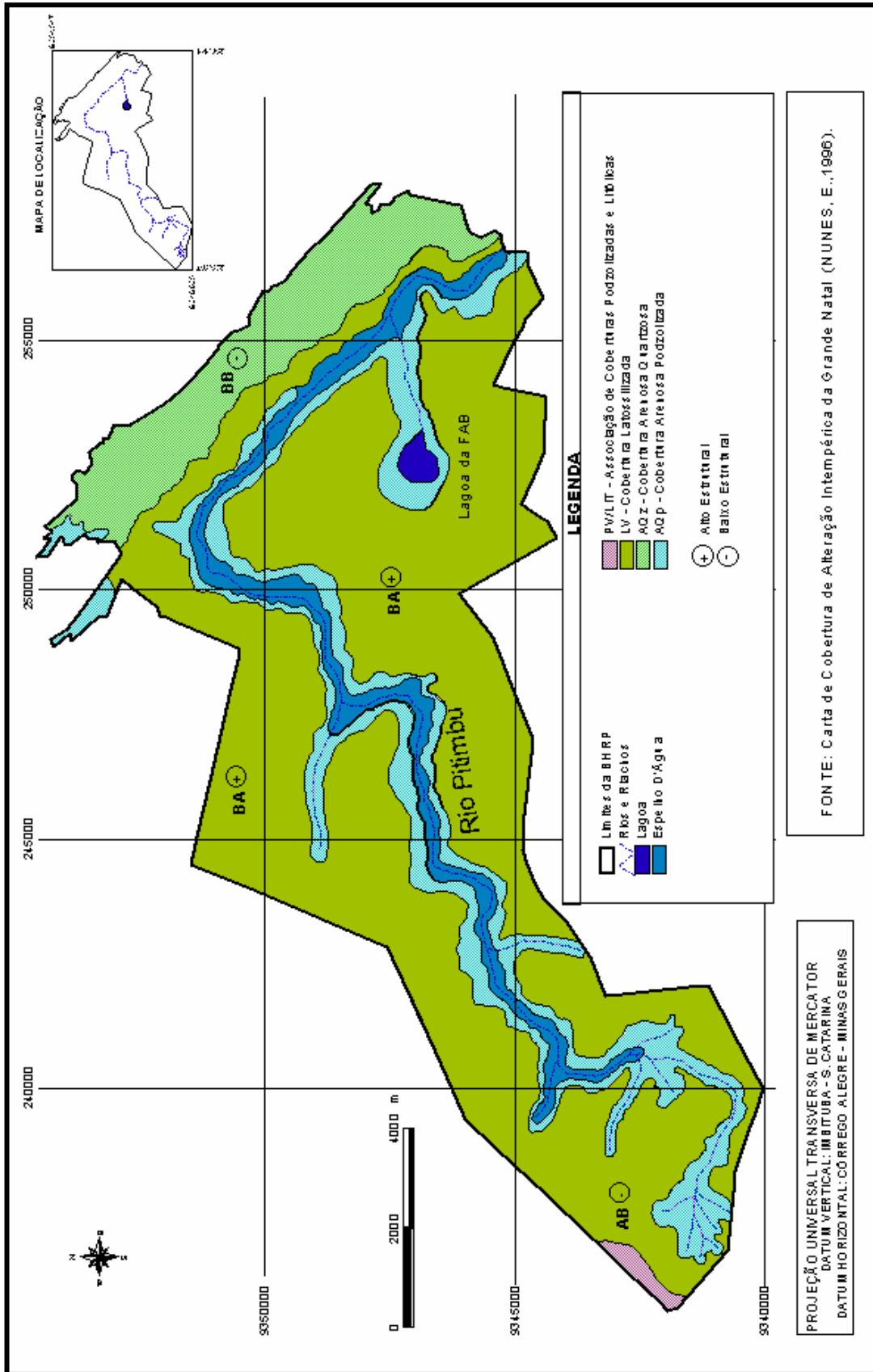


FIGURA 2.06: Carta de Cobertura de Alteração Intempérica da BHRP.

A carta de Classes de Terras para Irrigação do Estado do Rio Grande do Norte (SERHID, 1998) possibilita verificar os seguintes tipos de terras para irrigação na área BHRP: terras aráveis de uso especial; não aráveis; aráveis com aptidão moderada e restrita (FIGURA 2.07).

É importante ressaltar, ainda, que o georeferenciamento e a vetorização das cartas supramencionadas possibilitou o levantamento da área de cada tipo de solo, bem como de cada tipo de solo com potencial para irrigação e o seu percentual em relação à bacia hidrográfica do rio Pitimbu (GRÁFICOS 2.02 e 2.03).

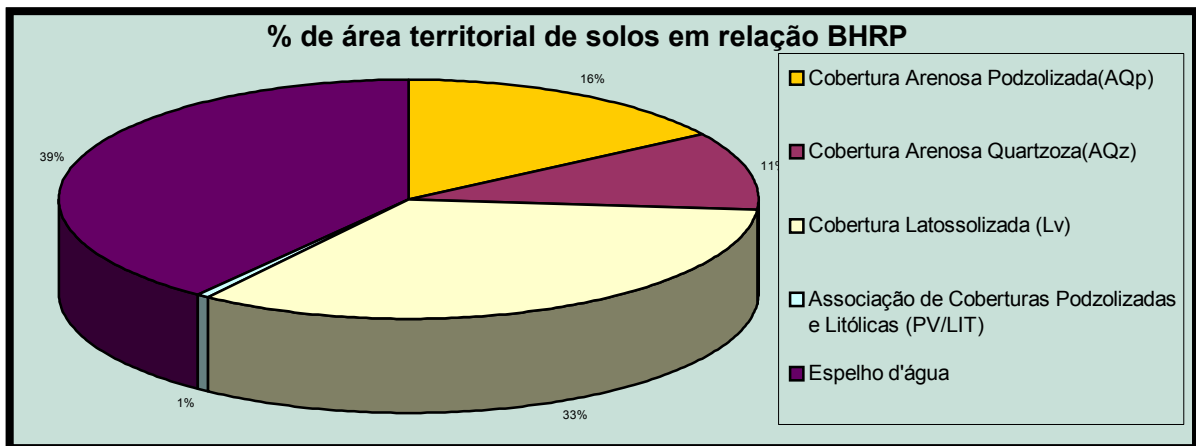


GRÁFICO 2.02: Percentual de área territorial de solos em relação à BHRP.

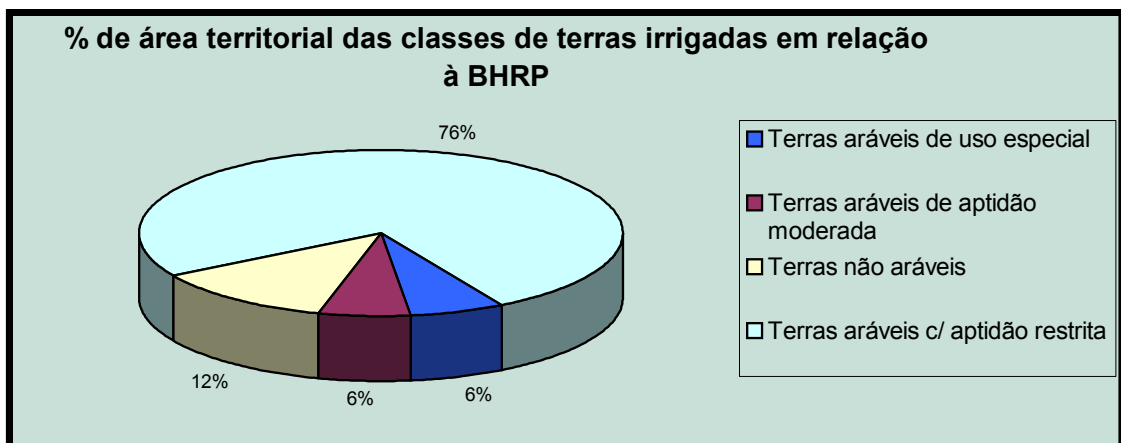


GRÁFICO 2.03: Percentual de área territorial de classes de terras para irrigação em relação à BHRP.

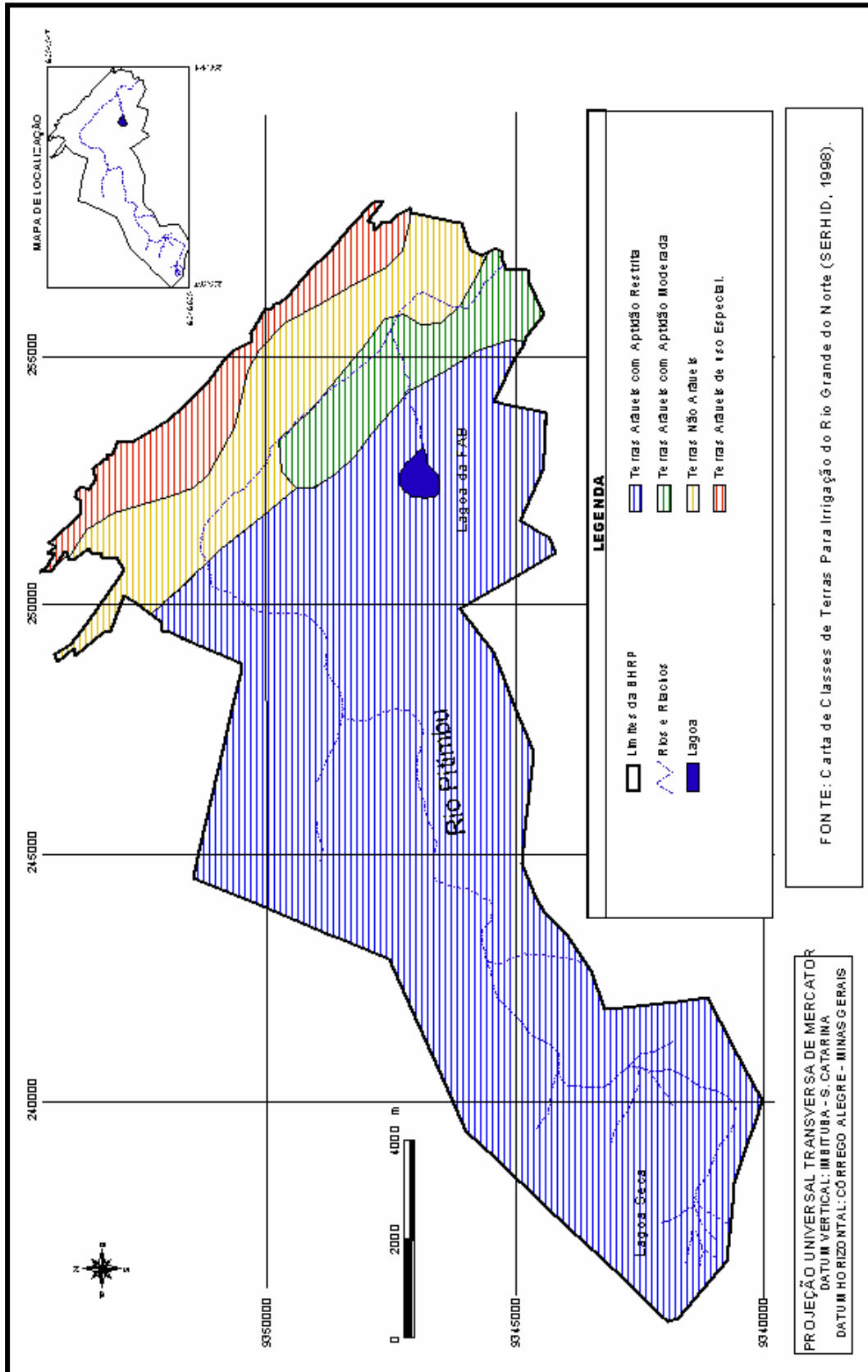


FIGURA 2.07: Carta de Classes de Terras para Irrigação na BHRP.

2.2.5 Hidrologia

2.2.5.1 As águas subterrâneas na região da Grande Natal

A região da Grande Natal não dispõe de grandes cursos d'água devido as suas condições climáticas, características fisiográficas, feições geomorfológicas e características litológicas. No entanto, essa região é privilegiada em termos de disponibilidade hídrica subterrânea, cujas águas são de excelente qualidade e encontradas em forma de aquíferos livre, confinado e semiconfinado.

Segundo Nunes (1996), o aquífero livre ocorre em regiões com relevos ondulados, formados por depósitos arenosos superficiais inconsolidados, composto de areias finas a médias. Caracteriza-se como aquífero livre em função de sua litologia e estratigrafia, que apresenta uma boa capacidade de infiltração, armazenamento e circulação de água. Tem, como substrato semi-impermeável, as seqüências sedimentares de arenito e argilito da unidade superior da Formação Barreiras.

A sua grande importância como manancial subterrâneo é atribuída tanto à velocidade de escoamento, que se renova sazonalmente, alimentando as lagoas costeiras, riachos e rios, através da infiltração rápida e direta das águas das chuvas, como também, constituindo-se em fonte permanente de recarga do aquífero Barreiras. É importante, também, por funcionar como barreira hidráulica, impedindo o avanço da cunha salina para o continente.

Embora a qualidade da água natural do aquífero livre seja considerada excelente, por possuir condições físico-químicas adequadas ao consumo humano, é desaconselhável o seu uso doméstico (consumo humano), devido à susceptibilidade desse aquífero à contaminação de suas águas, principalmente, por efluentes sanitários (sistemas individuais de fossas sépticas/sumidouros) e lagoas de captação de águas pluviais, que também recebem esgotos domésticos, dentre outros efluentes, *in natura*, ligados clandestinamente às galerias destinadas a coleta exclusiva de águas pluviais, que por causa da sub-superficialidade do lençol freático e suas características geológicas e pedológicas, poderá contaminar-se, originando-se em ambientes de proliferação de microorganismos patogênicos, gerando riscos à população de contrair doenças através, sobretudo, da veiculação hídrica.

Quanto ao aquífero confinado ou semiconfinado, denominado Barreiras, Nunes (2000) explica que é formado pelas seqüências sedimentares da Formação Barreiras, constituídas por sedimentos de textura variável, ocorrendo areias finas, médias e grossas, com intercalações de argilitos. Apresenta-se no litoral oriental, com espessura variando entre 20 a 140m, cujas águas são de excelente potabilidade. Trata-se do principal aquífero da região de Natal, em função de sua utilização como manancial hídrico de grandes volumes de reservas periódicas, caracterizando sua potencialidade. Essas reservas estão intimamente relacionadas com as altas taxas de recarga do aquífero livre.

Castro (2002)²⁰ esclarece que na região da Grande Natal, ocorre um semi-confinamento em nível localizado e, em escala regional, o comportamento é de um sistema único (informação verbal).

Melo (1995) ratifica esse pensamento expressando que, do ponto de vista hidrogeológico, a área onde está assentada a maior parte do Município de Natal é formada por um sistema hidráulico, complexo e indiferenciado, denominado de sistema aquífero Dunas/Barreiras. Este é em geral do tipo livre, de elevado potencial hidrogeológico e apresenta águas de excelente qualidade físico-química em suas condições naturais. As dunas exercem a função de uma unidade de transferência das águas de infiltração em direção aos níveis inferiores da Formação Barreiras.

Salienta-se que a construção de poços artesianos deve ser revestida de cuidados técnicos especiais fundamentais à proteção das águas subterrâneas contra os riscos de contaminação por efluentes sanitários e industriais, decorrente da falta de saneamento básico em aproximadamente 80% da Grande Natal. Não obstante 20% dessa região possuir o sistema de coleta de esgotamento sanitário, esses são lançados diretamente nos rios da região, em virtude de não haver estações de tratamento de esgotos nos municípios, quando cerca de 70% da água consumida provém de aquíferos.

2.2.5.2 As águas superficiais na região da Grande Natal

A hidrografia da *Região Metropolitana de Natal* está representada pelas bacias dos rios Ceará-Mirim, Potengi, Jundiá e Pium (Pirangi), cuja perenização, ao longo da costa, é

²⁰ Dra. Vera Lúcia Lopes Castro é hidrogeóloga e trabalha na Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – Informação prestada durante as arguições na apresentação desta dissertação.

atribuída à boa pluviosidade nessa faixa litorânea, bem como pela sua realimentação através das águas subterrâneas.

A origem desses rios é atribuída a falhamentos, formando grabens classificados como vales estruturais, conforme Costa; Salim (1972). Devido a esta origem, esses vales possuem peculiaridade bem definidas, mostrando-se abertos, com fundo chato e amplos talwegues. Em todos os seus cursos apresentam trechos retilíneos intercalados com pequenos meandros, desde suas cabeceiras até suas desembocaduras.

Esses rios estão controlados por estruturas geológicas resultantes dos reflexos das estruturas do embasamento cristalino com posterior reativação do quaternário (BEZERRA *et al.*, 1993 apud NUNES, 1996). Nos vales, alargam-se consideravelmente extensas planícies fluviais, como é o caso dos rios Potengi, Jundiá e Ceará-Mirim. O rebaixamento da costa na foz desses rios, permite a invasão do mar no continente, formando um amplo estuário, pelo qual há avanço das marés altas, com até 20km de extensão.

Ocorrem ainda algumas lagoas alinhadas dentro de vales, como a lagoa Guamoré, no vale do rio Doce, que tem sua nascente na descarga da lagoa de Extremóz; e lagoa do Pium, no vale do rio Pium, e a lagoa do Jiqui, no vale do rio Pitimbu, que funciona como reservatório natural de abastecimento d'água para uma parte da população da Grande Natal. A maior lagoa existente na área é a de Extremóz, que recebe as descargas dos rios Mudo e Guajiru. Essa lagoa também abastece grande parte da população da Grande Natal, precisamente à zona norte da cidade. No vale do rio Ceará-Mirim há várias lagoas pequenas e riachos, que se originam do aforamento dos aquíferos, cujo lençol freático se encontra a pouca profundidade como fonte supridora no período de estiagem (NUNES, 1996).

2.2.5.3 A sub-bacia hidrográfica do rio Pitimbu no contexto da bacia hidrográfica do rio Pirangi

O rio Pitimbu nasce no município de Macaíba, precisamente na comunidade de Lagoa seca, e deságua no riacho Taborda (Cajupiranga), no Município de Parnamirim. É importante destacar que esse rio recebe duas denominações ao logo do seu curso: a primeira, riacho Lamarão, refere-se ao trecho que se inicia em sua nascente e vai ao encontro da BR – 304. A segunda, riacho Ponte Velha, compreende o trecho que parte desse ponto e vai até o seu desaguadouro (riacho Taborda) (BRASIL. DSG, 1983).

Ressalta-se que o riacho Taborda associado ao riacho Pium formam o rio Pium, também denominado de rio Pirangi. Sua bacia hidrográfica possui uma área aproximada de 458,90km². Seus limites são: ao norte, a bacia do rio Potengi; a leste, o oceano Atlântico; ao sul, a bacia do rio Trairi e a oeste, as bacias do Potengi e do Trairi (SERHID, 1998). Localiza-se na *Zona Homogênea do litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte*²¹, abrangendo parte dos municípios de Parnamirim, São José de Mipibu, Vera Cruz, Nísia Floresta, Macaíba e Natal (IDEMA, 1998).

Destarte, a bacia hidrográfica do rio Pitimbu é uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Pirangi. Ressalta-se, entretanto, que a bacia hidrográfica, objeto de estudo desta pesquisa, possui como exutório a lagoa do Jiqui, constituindo-se, portanto, na bacia hidrográfica do rio Pitimbu na referida lagoa, correspondendo a 27,62% da bacia hidrográfica do rio Pirangi (FIGURA 2.08).

Convém salientar que desde a nascente até a entrada da lagoa do Jiqui, o rio Pitimbu estende-se por 31km. Nos 13km iniciais, constata-se que o rio corta áreas rurais pertencentes ao Município de Macaíba, principalmente. A partir daí, a proximidade com a periferia de Parnamirim e Natal, condiciona uma maior ocupação da bacia, verificando-se a presença de indústrias e de crescimento populacional em direção as suas margens. Nesse trecho, determinam-se alguns pontos em que a intersecção do curso d'água com estradas vicinais, inclusive com as BR's 101 e 304, configuram-se em locais aos quais as populações circunvizinhas acorrem para utilizar-se de suas águas para os mais diversos fins (lavagem de roupas, recreação, banho de animais, entre outros).

Cabe ainda mencionar que o rio Pirangi, formado por dois tributários principais (riacho Taborda e riacho Pium), constitui-se em um curso d'água de curta extensão, inferior a 7km, posicionado entre a localidade de Pium e sua foz, onde limita as praias de Pirangi do Norte e Pirangi do Sul no Município de Parnamirim. Sua foz forma um pequeno ambiente estuário, representado pelo desaguadouro do rio Pirangi no Oceano Atlântico, formando uma paisagem de reconhecida beleza.

²¹ A elaboração do “Diagnóstico Estrutural do Rio Grande do Norte”, que é um estudo crítico e interpretativo de todo o espaço estadual, das características, tendências e possibilidades de desenvolvimento do Estado, pelo SEPLAN/IDEMA, entre os anos de 1973 e 1975, culminou com a divisão do Estado em 08 (oito) Zonas Homogêneas com características básicas semelhantes, quer na sua constituição, quer na sua dinâmica. A Zona Homogênea do Litoral Oriental compreende toda faixa costeira leste do Estado, possui 25 municípios, engloba 9,00% da superfície e 44,16% da população estadual (dados da contagem da população – 1996). É formada por 3 subzonas: Subzona de Natal, com 2 municípios; Subzona do Vale do Ceará-Mirim, com 5 municípios e Subzona da Mata, com 18 municípios (IDEMA, 1998).

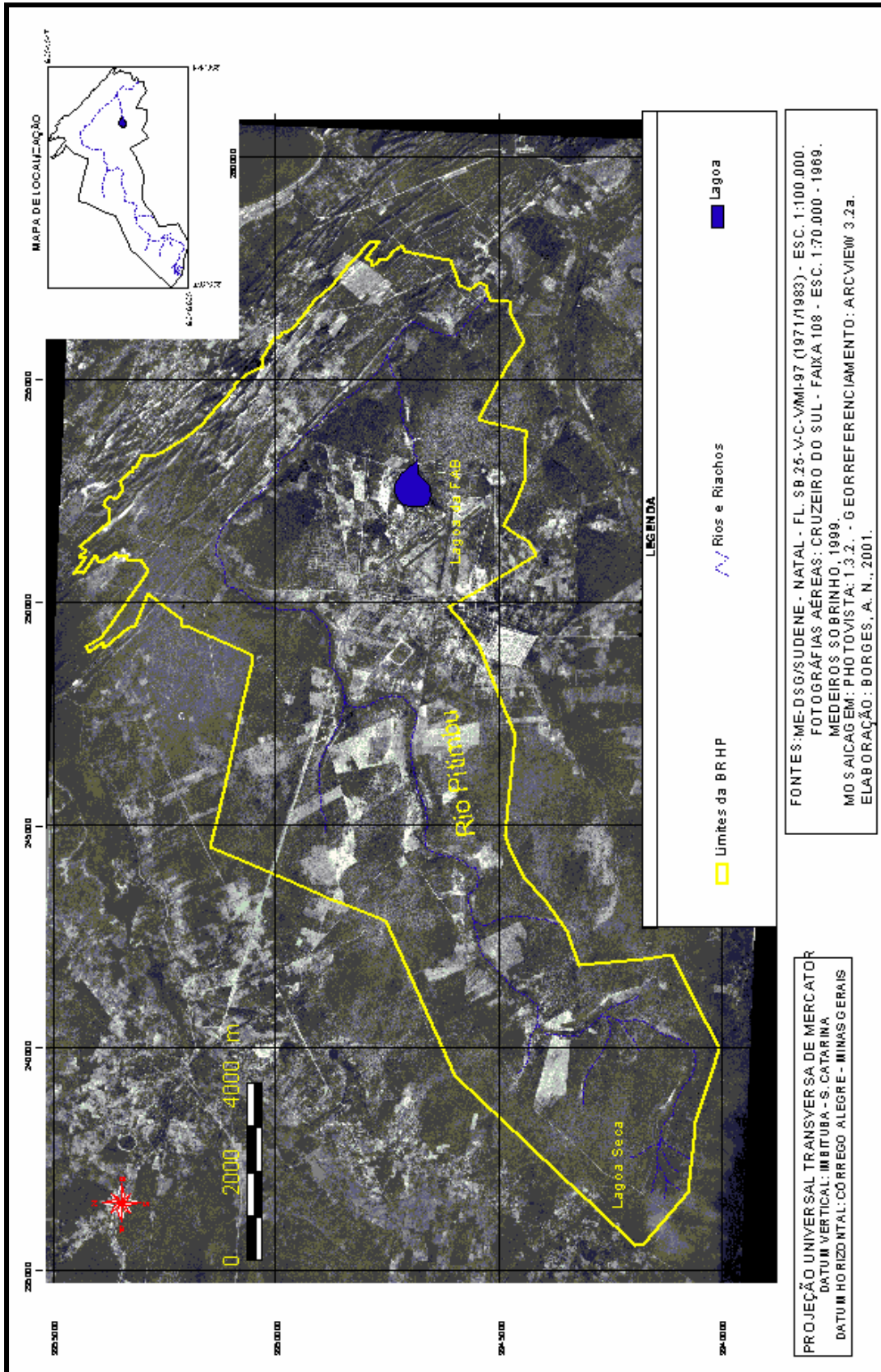


FIGURA 2.08: Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu.

Observa-se, nesse ponto, a invasão pelas fortes marés e correntes, ocorrendo contribuição de água doce (rio) e água salgada (mar), resultando em condições de água salobra, com presença da vegetação de mangue.

A drenagem dos cursos fluviais principais apresenta deflúvio durante o ano inteiro, estando esse caráter permanente associado a descargas climáticas do litoral oriental norte-rio-grandense, onde a bacia hidrográfica do rio Pirangi, praticamente, encontra-se inserida toda a sua área. As vazões e deflúvios variam de acordo com as estações da chuva e seca, ocorrendo maior quantidade de escoamento de águas dos cursos nos meses de Junho e Julho, a redução do volume da vazão até Fevereiro e aumento de deflúvio a partir de Março.

As condições de vazão da rede de drenagem fluvial da bacia em foco, mesmo nos períodos de pico de deflúvios, não transborda para os níveis de terraços, atingindo, no máximo, as planícies de várzeas, terrenos baixos e planos adjacentes aos canais dos rios e riachos, com alturas entre zero a dois metros acima dos níveis máximos de águas nos canais fluviais.

Ressalta-se que esse rio está enquadrado na Classe 2²² da Resolução CONAMA n^o 20/86 (CONAMA, 1988), cuja classificação primeira se deu através do Decreto N^o 9.100/84, que “enquadra cursos e reservatórios d’água do Estado na classificação estabelecida na Portaria n^o 13, de 15 de janeiro de 1976, do Ministério do Interior”, enquadrando-o, naquela oportunidade, na classificação 2 da aludida Portaria (GOVERNO DO ESTADO DO RN, 1984).

Esse curso d’água apresenta-se perene em toda sua extensão, tendo em vista ser alimentado continuamente por águas de ressurgência das águas subterrâneas.

A constância do nível de suas águas se deve à função regularizadora do armazenamento subterrâneo em toda sua bacia hidrográfica. Em virtude desse armazenamento, as variações anuais das precipitações pluviométricas são compensadas, verificando-se descarga aproximadamente constante das fontes que alimentam esse curso d’água.

²² O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução n^o 20, de 18 de junho de 1986, dividiu as águas do Território Nacional em águas doces (salinidade inferior a 0,05%), salobras (salinidade entre 0,05 e 3%) e salinas (salinidade superior a 3%). Em função de possíveis usos, foram criadas nove classes para as águas do Território Nacional. Para cada classe foi estabelecido o nível de qualidade a ser mantido no corpo d’água. Ressalta-se que essa qualidade é expressa na forma de padrões.

Em medições efetuadas no ponto de captação da lagoa do Jiqui, no período de fevereiro de 1992 a janeiro de 1993, encontrou-se uma oscilação máxima no nível da água de apenas 23cm (PEREIRA, 1993).

De acordo com Oliveira (1994), a água do aquífero Barreiras é considerada de excelente qualidade, com baixo teor de sódio e servindo para todos os fins. Não só pela excelência da água, mas também pelo volume armazenado, este aquífero apresenta importante potencial hídrico.

Além da contínua alimentação por parte do aquífero livre, a presença de algumas barragens (em Lamarão, distando 5,65km da nascente, da indústria Raru's, 5,15km a jusante da anterior, e uma outra, cerca de 700m abaixo dessa última) no curso do Pitimbu, concorre para sua perenização.

No entanto, o trabalho de campo realizado nesta pesquisa permitiu constatar que atualmente existem 12 barragens no referido rio. Essa nova realidade contrapõe a descrita por Oliveira, tendo em vista que podem ser constatados conflitos no uso da água, pois esse novo cenário vem apresentar escassez de água em terras que ficam à jusante de um barramento, agravando-se esse quadro, quando do período menos favorável de precipitação pluviométrica na área.

Ademais, considera-se importante revelar que esse quadro se agrava ainda mais, na medida em que a implantação desses barramentos carece de um planejamento e acompanhamento rígido pelos órgãos gestores competentes, necessário ao controle de vazão desse manancial.

Segundo Oliveira (1994), o relevo da BHRP apresenta-se plano a suavemente ondulado, com cotas variando em torno de 30 a no máximo 100m, o que dá uma declividade média próxima a 2,2m/km (ao longo do talvegue principal).

Complementa informando que, no geral, o rio Pitimbu não apresenta profundidades maiores que 0,50m. Entretanto, o caminhar ao longo do leito maior do rio estudado, proporcionou constatar-se que há pontos em que sua profundidade alcança aproximadamente 1,5m.

O citado pesquisador, efetuando medições de descarga líquida no rio Pitimbu, encontrou os seguintes resultados: na seção em ponte velha (ponto de coleta n^o 8), a vazão foi igual a 387,13l/s, em agosto de 1993; na seção a jusante da Ponte do Vigário (ponto de coleta n^o 4), a vazão foi igual a 32,80l/s, em setembro de 1993 e, na seção a jusante da Fazenda Boa Esperança (ponto de coleta n^o 9), a vazão foi igual a 600,78l/s, em setembro de 1993.

A BHRP apresenta uma baixa velocidade de escoamento, caracterizada pela drenagem pobre, curso quase retilíneo e grande extensão média de escoamento superficial. Soma-se a esses aspectos, o fato da referida bacia estar assentada em uma área de característica geomorfológica de tabuleiro, recoberta por depósitos arenosos de origem marinha, fixados por vegetação (dunas fixas). Portanto, não se enquadra na categoria de bacias, cuja área é propícia a enchentes. Subentende-se que o índice de infiltração será elevado, alimentando os seus mananciais subterrâneos, apesar de apresentar, provavelmente, um índice médio anual de evapotranspiração elevado, devido ao período de ocorrência de precipitação pluviométrica na região. Isso dá ao rio a característica de perene e mostra qual a importância dessa bacia para o sistema de captação e abastecimento de água da Cidade do Natal (MEDEIROS SOBRINHO, 1999).

A lagoa do Jiqui, localizada a 13km de Natal, recebe as águas do rio Pitimbu que atravessa zonas urbanas e industriais, sendo também alimentada por águas do lençol subterrâneo. A lagoa possui volume de $0,32\text{hm}^3$, uma profundidade média de 1,0m e um tempo de detenção hidráulica de 2,6 dias (PEREIRA, 1993).

Desde o ano de 1960, a lagoa é utilizada como manancial para abastecimento público. Atualmente, a CAERN explora água desse manancial a uma vazão de 490l/s ($13,5 \times 10^6 \text{m}^3/\text{ano}$) visando atender a demanda de uma população estimada de 130.000 habitantes da parte sul da cidade do Natal (zonas leste, oeste e sul), o que corresponde a 30% da população dessa região. Essa exploração está bastante próxima do valor limite mínimo previsto para uma margem de 99% de garantia (LIMA, 1977 apud DUARTE, 1999). Ressalta-se ainda que essa região corresponde a 16% do volume total produzida para cidade (CAERN, 1997 apud DUARTE, 1999).

Além desse consumo, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) explora a lagoa para irrigação de culturas experimentais, dentro do projeto de produção de sementes e mudas de coqueiro anão, verde e híbrido, em uma única área, com vazão de 10l/s ou $300.000\text{m}^3/\text{ano}$ (EMPARN, 1997 apud DUARTE, 1999).

Considera-se importante revelar que, segundo Freitas (1999)²³, a utilização da lagoa do Jiqui é restrita à captação de água para abastecimento público, sendo proibida a pesca e a utilização para uso recreacional. A ocupação do seu entorno é feita, basicamente, pela

²³ Elza Freitas é bioquímica e funcionária da CAERN - Trabalha no laboratório Central - Informações prestadas em entrevista semi-estruturada (1999).

CAERN, Jiqui Country Club, Núcleo de Pesquisa da EMPARN e algumas granjas (informação verbal).

2.2.6 Vegetação

Costa (1995), estudando a alteração da cobertura vegetal natural da BHRP, explica que dadas as características climáticas e pedológicas, o mosaico vegetacional que ocorre na área em realce é bastante complexo. Desse modo classificou a vegetação natural²⁴ ocorrente na bacia como Savana Florestada e como Formações Pioneiras, onde predomina a restinga²⁵.

A Savana Florestada ocorre com expressividade na parte da bacia que se estende desde a nascente do rio Pitimbu até sua foz e recobre áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, de clima tropical eminentemente estacional. Possui características de sinúsias lenhosas de microfanerófitos e nanofanerófitos tortuosos, apresentando ramificação irregular, providas de macrófilos esclerófilos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado rígido ou córtex maciamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódio. Nota-se uma camada hemicriptofítica, permeada de plantas raquíticas.

Tendo em vista o maior ou menor adensamento da vegetação, conforme a maior ou menor favorabilidade das condições edáficas, a savana florestada foi dividida em savana florestada densa e savana florestada aberta.

A savana florestada densa apresenta um porte maior e a cobertura do solo é maior, isto é, a vegetação forma um dossel contínuo, não permitindo a penetração de luz até o solo. A savana florestada aberta, por sua vez, apresenta um porte menor do que a anterior, as árvores estão mais espaçadas e não chegam a formar um dossel contínuo, onde é freqüente a presença de um tapete gramíneo em função da penetração de luz até o solo.

²⁴ Vegetação natural é aqui compreendida como vegetação nativa original que não sofreu intervenção antrópica que a descaracterizasse (COSTA, 1995).

²⁵ As restingas ocorrem após os campos dunares, cobrindo as dunas sub-recentes e os corredores interdunares. Ressalta-se que a altura média dessa vegetação esta em tomo de 2m ou mais. Dentre as várias espécies que compõem esse tipo de vegetação destacam-se o cajueiro (*Anacardium occidentale*), murici (*Byrsonima sp.*), ameixa (*Ximenia americana*), araçá (*Pisidium sp.*), coaçu (*Coccoloba cordifolia*), pau-feno (*Cassia aponconrita*), batiputá (*Ouratea fieldingiana*), maçaranduba (*Manilkara trifolia*), além da presença de cactáceas, como o facheiro (*Pilosocereus hapalacanthus*), e de bromeliáceas do gênero *Hohembergia ramageana*. A espécie lenhosa mais importante é o guajiru (*Chrysobalanus icaco*). Dentre as herbáceas, destacam-se o pinheirinho-da-praia (*Remirea maritima*), salsa-roxa (*Ipomeapes-caprae*), oró (*Phaseolus panduratus*), capim-navalha (*Cyperus maritimus*), ervaço-roxo (*Alternanthera philoxenoides*), fava-de-boi (*Canavalia brasiliensis*), carrapicho (*Cenchrus echinatus*), e o carrapicho-de-ovelha (*Aconthosperma hispidum*) (NUNES, 1996).

Quanto às áreas de Formações Pioneiras, constituem-se nas primeiras comunidades vegetais que se estabelecem sobre os terrenos que, na área estudada, são as planícies fluviais e as depressões aluvionares. Tendo em vista a escala de mapeamento utilizada, a formação pioneira mais expressiva e portanto a mapeada, envolve a restinga que é uma vegetação psamófila que está associada às dunas fixas constituídas de Areias Quartzosas distróficas de origem marinha localizadas na porção oriental da bacia. A vegetação tem um porte que dificilmente ultrapassa os dois metros de altura e cobrem quase totalmente o solo. Há predominância de gêneros e de espécies de nanofanerófitos, como *Schinus terebenthifolius*, *Lythraea brasiliensis*, *ErythroxyIom*, *Myrcia* e *Eugenia* que emprestam um caráter lenhoso à formação (COSTA, 1995).

A vegetação secundária resulta da intervenção humana para uso da terra, provocando, geralmente, a descaracterização da vegetação nativa. Assim, esta representa uma regressão em função das freqüentes modificações daquela. Esse processo se dá através da sucessão de espécies que normalmente estão seqüenciadas como *terófitos*, *geófitos*, *caméfitos*, *nanofanerófitos*, *microfanerófitos* e *mesofanerófitos*.

O caminhar ao longo do rio Pitimbu possibilitou identificar que o espelho d'água desse rio em um ponto a jusante da estrada de Lamarão (Macaíba) encontrava-se tomado por uma vegetação que, posteriormente, foi identificada como sendo uma Macrófita (Pontederiáceas – *Aicornia*), semelhante à Água-pé (Pofiteriácea - *Eichhornia Crassipes*), indicando um relativo processo de eutrofização, que pode ter origem antrópica ou natural, bem como a indicação de que o solo adjacente encontra-se ácido.

Em um trecho desse manancial, a montante da BR-304, observou-se forte presença de plantas aquáticas (Ninfeáceas) que, segundo Varela (2001)²⁶, são indicadoras do processo de eutrofização natural ou antrópica (informação verbal).

Já em um trecho do referido rio que fica a jusante da Ponte do Vigário (Macaíba), constatou-se a existência de plantas aquáticas denominadas Água-pé, indicadoras de solo ácido e alto grau de eutrofização de suas águas, a qual atua como um filtro natural.

Encontrou-se, ainda, à margem do rio Pitimbu, a Samambaia nativa (Pteridófitas) e a Embaúba (Cecropiáceas), bio-indicadora de vegetação secundária e a *Cecropia*, que indica que a área em apreço fora devastada.

²⁶ Adalberto Varela é Biólogo e pesquisador - Professor do Centro de Biociências -Departamento de Microbiologia e Parasitologia- da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Informações prestadas em entrevista semi-estruturada (2001).

Salienta-se que a lagoa do Jiqui serve de habitat para várias espécies de animais que se utilizam da vegetação aquática e subaquática existente. Nessa vegetação predomina a Água-pé, além da presença de musgos e taboas.

Vale ressaltar, entretanto, que os água-pés ocupam uma área significativa da lagoa, chegando a dividi-la em duas partes. Segundo Freitas (1999), a ocorrência dessa vegetação proliferou em período de longa estiagem, nos anos 80, porém, o cenário atual demonstra que há um equilíbrio ecológico, não se detectando sinais de eutrofização do corpo d'água. Foi informado ainda que as algas apresentam-se de forma rara, estando mais presentes o grupo das algas azuis, com destaque para a *Microcyste Sp.* (informação verbal).

2.2.7 Fauna

Sabe-se que a flora constitui a base da cadeia alimentar. Pode-se asseverar, também, que a importância da vegetação para a sobrevivência animal estende-se à proteção dos mesmos, tendo em vista que, exemplificativamente, a cobertura vegetal formada pela copa das árvores perenifólias, seus troncos e ocos e o acúmulo de serapilheira no chão de uma dada floresta, servem de abrigo e proteção para os animais que nela vivem.

Na área em apreço, foram inventariados mamíferos, como é o caso da raposa (*Cerdocyon thous*), que fazem tocas nas raízes aéreas ou moitas densas. O Camaleão (*Iguana iguana*), a Cobra-verde (*Philodryas olfersii*) e a Cobra-de-veado (*Boa constrictor*) podem ser encontradas caçando nas copas das árvores. Também, pode-se destacar o Carcará (*Polyborus plancus*), que pousam nas árvores altas, ficando a espreita de incautas presas (FUNPEC, 1998).

Dos mamíferos destacados por FUNPEC (1998) na área em análise, têm-se o Mico-estrela-do-tufo-branco (*Callithrix jacchus*), animal que se adapta bem em áreas degradadas ou em processo de recuperação, e o Preá (*Galea spixii*), que tem grande capacidade de reprodução, sendo suporte alimentar da raposa, como o seu principal predador terrestre da região.

O levantamento faunístico realizado por ECONATAL (1995), baseado exclusivamente em observações pessoais de campo e entrevista informal com moradores da Zona de Proteção Ambiental-3 (ZPA-3) e circunvizinhança, consistiu de herpetofauna, ornitofauna e de

mastofauna. Da aludida herpetofauna, não foram identificadas espécies raras ou ameaçadas de extinção.

Considera-se de bom alvitre destacar, entretanto, que o jacaré encontrado no rio Pitimbu é o Jacaré-de-papo-amarelo, ameaçado de extinção, segundo a Portaria nº 1.522, de 19 de dezembro de 1.989 e a Portaria nº 45-N, de 27 de abril de 1.992, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Minerais Renováveis (IBAMA), tornando pública a lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção.

Foram encontrados em maior número o jacaré²⁷, a Serpente-salamanta, Falsa-coral, Cobra-verde, Coral-verdadeira, Corricampo, bem como a Cobra-de-duas-cabeças, a Víbora, a Lagartixa, o Camaleão e o Calango (ECONATAL, 1995).

O citado levantamento expressa que, quanto à ornitofauna, obtiveram-se informações do moradores, onde relatam terem visto Urubu-de-cabeça-preta, Rolinha-branca, Anum-preto, Anum-branco, Beija-flor-verde, Beija-flor-tesoura, Bem-te-vi, Lavandeira-de-cara-branca, Concriz, Sibite, Vem-vem, Galo-de-campina, Bigodinho, constituindo espécies com muita mobilidade na região em apreço.

No que se refere à mastofauna, incluem-se o Rato-cachorro, Gambá, Saguim e vários morcegos. Acrescenta que essa fauna é relativamente rara na ZPA-3, sendo mais comuns as famílias de Saguim.

ECONATAL (1995, p. 37) ressalta no supramencionado levantamento que

as áreas de dessedentação da fauna, têm como principal fonte o rio Pitimbu. Esta fonte é utilizada não só pelos animais silvestres locais, mais (*sic*) também como habitat das faunulas (*sic*) aquáticas, tais como: jacaré, cágado e os peixes piau, traíra, cangati, entre outros. Ocorre ainda a utilização dessas águas pela população ribeirinha para consumo humano, uso doméstico e atividades agrícolas.

O trabalho de campo permitiu levantar alguns componentes da fauna existente na bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP), quer seja pelo contato direto com os animais, quer seja por obtenção de informações com a população local através de entrevista informal.

Dentre os pássaros, têm-se: Curió, Pêga, Xexéu boá, Graúna, Cabocolinho. Quanto aos peixes, encontraram-se pescadores nativos que apresentaram o resultado da pescaria de subsistência no rio Pitimbu no Distrito de Lamarão (Macaíba), onde puderam ser vistos o Muçum, Traíra, Cascudo, Piau, Jundiá, Cangati, Maria doce–Bagre de água doce- e Bebel.

²⁷ Em visita de campo no dia 12 de abril de 2000, encontravam-se presentes na fazenda da indústria de produtos aromáticos Raru's, no Distrito de Lamarão, dois empregados dessa empresa: o Sr. Mário e o Sr. Adalberto, gerente da empresa e encarregado da fazenda, respectivamente, os quais relataram que o crescimento

Na mesma região, encontrou-se um Saguim, animal nativo, que estava sendo criado em cativeiro, precisamente na Fazenda Eldorado dos Carajás, área de assentamento do Movimento dos Sem Terra (MST).

No que tange ao ecossistema da lagoa do Jiqui, este serve de habitat para várias espécies de animais, destacando-se, dentre as aves, o Frango-d'água-azul (*Porphyryula martinica*), que utilizam como suporte a vegetação aquática e subaquática existente.

Observa-se que a fauna aquática é caracterizada pela presença de peixes, na sua maioria exóticos, destacando-se a Traíra e a Tilápia. Dentre as espécies nativas, que são presentes em menor número, as mais frequentes são a Piaba, a Carapeba, o Camurim, o Bebeu e o Piau. Também encontram-se presentes algumas espécies de anfíbios, crustáceos (camarão Pitú, entre outros) e répteis (Jacaré-de-papo-amarelo).

desordenado do número de jacarés na região, observado nos últimos anos, tem gerado, medo à população local, restringindo a utilização do rio Pitimbu para banho e lazer.

3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU (BHRP)

3.1 Os municípios integrantes da BHRP: considerações sobre o meio antrópico

3.1.1 Caracterização político-administrativa

Os Municípios integrantes da bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP) são Macaíba, Natal e Parnamirim. Contribuem com parcelas dos seu territórios, cujos percentuais de área na bacia em epígrafe são 43, 10 e 47%, respectivamente (GRÁFICO 3.01).

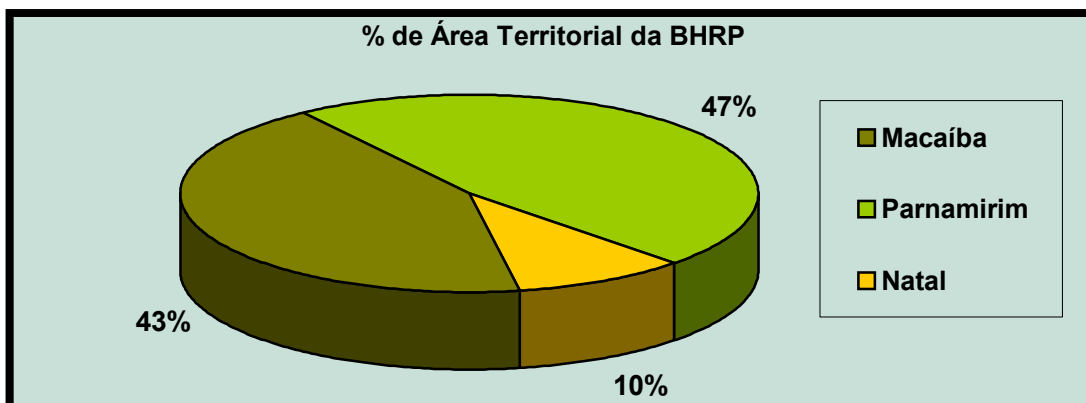


GRÁFICO 3.01: Percentual de área territorial dos municípios integrantes da BHRP.

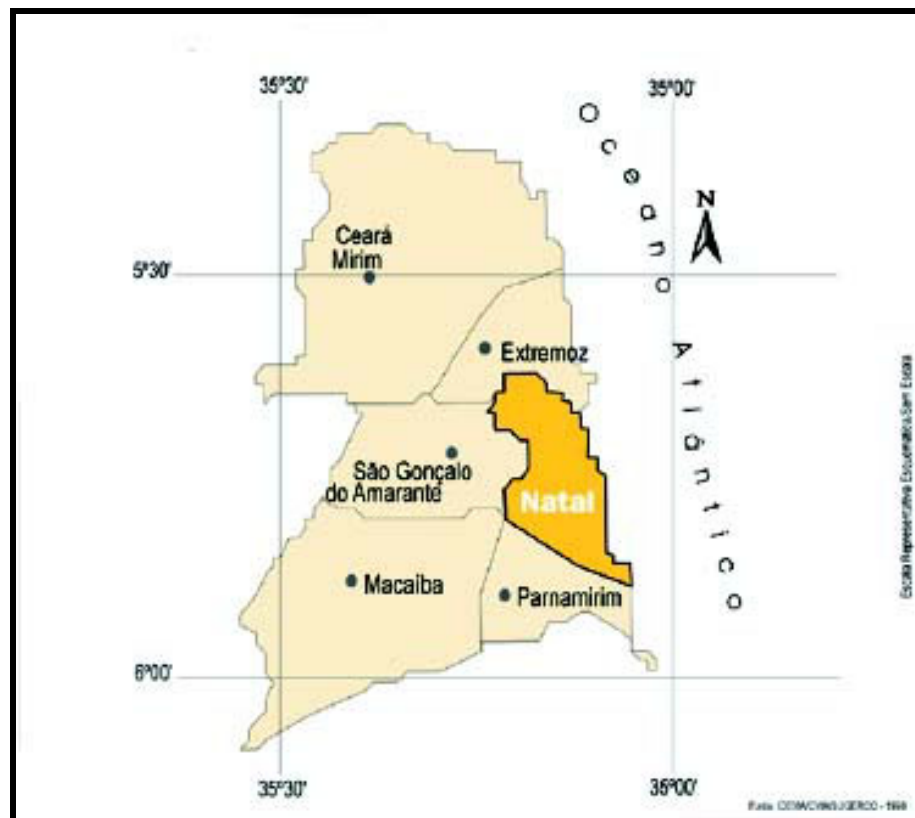
Pertencem à Região Metropolitana de Natal, constituída pelos municípios supramencionados mais São Gonçalo do Amarante, Extremóz e Ceará-Mirim. Essa região apresenta uma superfície de 1.915,0km², distribuída conforme pode ser observado na Tabela 3.01.

TABELA 3.01: Região Metropolitana de Natal.

MUNICÍPIO	LEI DE CRIAÇÃO		TERRITÓRIO DE ORIGEM	ÁREA TOTAL (km ²)
	N ^o	DATA		
EXTREMÓZ	2.876	04.04.1963	Ceará-Mirim	135,3
CEARÁ-MIRIM	837	09.06.1882	Natal	729,5
MACAÍBA	801	27.10.1877	S.G.Amarante	492,0
NATAL	-	25.02.1599	-	169,0
PARNAMIRIM	2.325	17.12.1958	Natal	126,6
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	2.323	11.12.1958	Macaíba	261,7
TOTAL				1.915,0

Fonte: IDEC, 1995.

A região ocupa 5,31% do território estadual e, com uma altitude média de 50 metros, localiza-se no litoral oriental do Rio Grande do Norte, situando-se entre os paralelos 5°38'04" e 5°51'30" de latitude sul e os meridianos 35°15'46" e 35°25'32" de longitude oeste (FIGURA 3.01) (NATAL. SEMAP, 2000a).



Fonte: NATAL. SEMAP, 2000a.

FIGURA 3.01: Região Metropolitana de Natal.

Com uma população atual de 921.421 habitantes²⁸, correspondendo a 36,01% da população do Estado, apresenta características tipicamente urbanas, sendo o principal pólo industrial e de serviços, além de centralizar as atividades administrativas, por incluir, em sua área, a capital do Estado (NATAL. SEMAP, 2000a).

Natal, município-sede, ocupa uma área de 169,9km², o correspondente a 8,87% da superfície da região em destaque e abriga uma população 606.887 habitantes²⁹, o correspondente a um contingente de 73,46% do global. O seu perímetro urbano foi definido conforme a Lei Complementar n^o 07/94 (Plano Diretor de Natal), coincidindo com o limite do município, caracterizando-se o mesmo por ser totalmente urbanizado. A cidade do Natal pertence, desde o dia 04 de janeiro de 1994, à Região Metropolitana que, através da Lei Complementar n^o 119/94, instituiu a regionalização do Estado. Atualmente, o território municipal é constituído de 36 bairros, os quais encontram-se agrupados em 04 Regiões Administrativas (NATAL. SEMAP, 2000a).

Natal está localizada na Zona Homogênea do Litoral Oriental do Estado, Sub-zona de Natal, cuja sede tem como coordenadas 5^o47'42" de latitude sul e 35^o12'34" de longitude oeste e a uma altitude média de 30m. Os limites territoriais são: ao Norte, com o município de Extremóz, a Leste, com o Oceano Atlântico, ao Sul, com os municípios de Parnamirim e Macaíba e a oeste, com o de São Gonçalo do Amarante (IDEMA, 1998).

Parnamirim, com uma superfície de 126,60km², correspondendo a 0,24% da superfície estadual, localiza-se na Zona Homogênea do Litoral Oriental do Estado, Sub-zona de Natal (5^o54'56" de latitude sul e 35^o15'46" de longitude oeste e uma altitude média de 53m). É o terceiro maior município do Rio Grande do Norte, em termos demográficos, com 86.000 habitantes³⁰ e posiciona-se como o segundo município mais populoso da Região Metropolitana de Natal, agrupando o correspondente a 7,66% de seus habitantes. Mantém uma estreita relação com Natal, estando a uma distância de 25km, onde o processo de conurbação é bastante visível, caracterizado por uma ocupação predominantemente residencial. Nesse contexto, é importante revelar que, embora apresente ainda atividades rurais, todo o seu território foi definido como área urbana ou de expansão urbana através da Lei Municipal n^o 803/93 (SETUR, 1999).

²⁸ Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2000 -, a população da Grande Natal encontra-se com 1.038.830 habitantes.

²⁹ Natal conta, atualmente, com uma população de 709.422 habitantes. Corresponde a 68,29% da população da Grande Natal (*op. cit.*).

³⁰ Parnamirim possui uma população atual de 123.475 habitantes. Corresponde a 11,89% da população da Grande Natal (*op. cit.*).

Macaíba, por sua vez, encontra-se posicionada globalmente no paralelo 5^o31'30" de latitude sul e no meridiano 35^o21'14" de longitude oeste e ocupa uma altitude média de 11 metros. Pertence à Zona Homogênea do Litoral Oriental do Estado, precisamente na Sub-zona da Mata. Dista 22km de Natal, as quais se interligam pelas BR's 304 e 226 e RN 160, possuindo uma área geográfica de 492,00km² e uma população estimada, pelo senso de 1996, em 46.665 habitantes³¹, sendo 32.186 na área urbana e 14.479 na área rural. Os limites geográficos do município são: ao norte, com os municípios de Natal e São Gonçalo do Amarante; ao sul, com os municípios de Vera Cruz e São José de Mipibu; a leste, com o Município de Parnamirim; a oeste, com os municípios de São Pedro, Bom Jesus e Ielmo Marinho (MACAÍBA, 2000).

3.1.2 Uso e ocupação do solo

Na Região Metropolitana de Natal a vegetação primitiva mais comum é representada pelos campos dunares, mangue, restingas arbustivo-arbórea, Mata Atlântica e savana arbustivo-arbórea (NUNES, 2000).

Entretanto, as dunas recentes apresentam-se quase totalmente destituídas de vegetação, visto que a intensa movimentação de areia e a ação antrópica, através de loteamentos e outros usos do solo, dificulta a fixação das plantas. Os manguezais, por seu turno, vêm sofrendo forte devastação pela ação do homem, com a exploração da madeira para a construção civil, construção de viveiros para criação de camarão e salinas, pondo em risco de extinção a flora e a fauna desse ecossistema que é considerado o mais complexo e importante da biosfera. Quanto à Mata Atlântica, esta apresenta-se principalmente em ocorrência secundária, tanto nas planícies sedimentares, como ao longo dos cursos dos rios, recebendo a denominação de mata galeria (NUNES, 2000).

A área anteriormente dominada pela Mata Atlântica, encontra-se quase que totalmente devastada, predominando a monocultura em áreas de latifúndio: cana-de-açúcar, seguido do coco-da-baia e o cajueiro. Nos vales úmidos dos rios Ceará-Mirim e Pium ocorrem trechos de carnaubais, mas, predominando a cana-de-açúcar, sendo baixa a plantação de culturas de subsistência (NUNES, 2000.).

³¹ Segundo o IBGE – Censo 2000 -, esse Município possui uma população atual de 54.812 habitantes, correspondendo a 5,28% da população da Grande Natal.

Esse cenário preocupante é ratificado por FIERN (2000) ao afirmar que, segundo o mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal estudados, esses acontecimentos refletem

a ação histórica do homem sobre a região, onde vem ocorrendo um rápido avanço da ocupação agrícola e sobretudo urbana nos últimos trinta anos, e conseqüentemente, a perda da cobertura vegetal original (e de toda a biota a ela associada) de áreas sensíveis e de grande importância ambiental como as dunas e restingas e manguezais da costa.

Como exemplificativamente, a alusão à esse processo de degradação ambiental, convém salientar que os municípios integrantes da bacia hidrográfica do rio Pitimbu padecem desse problema, pois no Município de Macaíba pode-se constatar que

todas as formações vegetais naturais acham-se muito modificadas pela interferência antrópica, ocorrendo na área campos de várzeas, florestas de várzea, caatinga arbórea e arbustiva ralas e capoeiras, manguezais e tabuleiros. A pequena área municipal, 492km² e a proximidade de Natal, capital de Estado, da qual dista 22km, que impõe um comportamento urbano, concorreram decisivamente para a descaracterização da vegetação municipal, não existindo, salvo os manguezais do estuário do rio Jundiá, vegetação de importância significativa especial (MACAÍBA, 2000, p. 8).

Em Parnamirim, por sua vez, SETUR (1999, p. 28) relata que

das reservas de mata nativa que incidem sobre o território de município (*sic*), somente as que se situam em áreas militares, encontram-se resguardadas da **destruição avassaladora** promovida pela expansão urbana. As poucas áreas que contém os resquícios da vegetação nativa, na forma de mata ciliar, situada fora dessa reserva, sofrem o constante desgaste dessa ação e correm o risco de desaparecerem, em definitivo, promovendo a extinção de vários micro-sistemas que contribuem para o equilíbrio ecológico para as áreas de vales dos rios e lagoas, podendo promover o assoreamento desses corpos (grifo nosso).

Ressalta-se que na área objeto de estudo da presente pesquisa pertencente a esse Município, há três áreas militares: o Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CATRE), o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) e a estação de rádio Guarapes da Marinha. Juntas abrangem uma área aproximada de 16,51km², correspondendo a 13,03% da BHRP.

Convém elevar que Natal desempenhou o papel de centro urbano polarizador no processo de metropolização no Estado do Rio Grande do Norte, a qual foi fundada em 1599. Até o século XVIII, apresentava um crescimento lento. A partir do século XIX, fortaleceu-se como centro urbano e foi-se firmando na função de cidade pólo, devido, primeiramente, aos contingentes populacionais que se deslocavam do interior do estado nos períodos de grande estiagem e, em seguida, pela implantação do transporte ferroviário, iniciado em 1880, que facilitou o acesso entre Natal e outros centros urbanos. Entre as décadas de 40 e 90, a população passou do contingente de cerca de 30.000 habitantes, para um número próximo dos

700.000 habitantes, devido a diversos fatores, tais como: a imigração da população rural; o desenvolvimento da atividade industrial; e a dinamização da infra-estrutura de serviços (NATAL. SEMAP, 2000a).

Durante a década de 70 até meados de 80, a Política Nacional de Habitação marcou o processo de crescimento dessa capital com a construção de inúmeros conjuntos habitacionais localizados na periferia da cidade. Este processo gerou enormes vazios e a descontinuidade do traçado urbano, tendo como conseqüência a gradativa ocupação das áreas limítrofes do município (NATAL. SEMAP, 2000a).

Natal conta, desde 1994, com o quarto e mais novo Plano Diretor que, segundo Natal. SEMAP (2000a),

foi amplamente discutido pela sociedade, em reuniões com representantes de associações de bairros, engenheiros, arquitetos e vários outros segmentos. Aprovado no CONPLAM e na Câmara Municipal, este é um plano dinâmico, aberto às mudanças a que estão sujeitas todas as cidades, mas que determina orientações básicas que preservam a integridade do ser humano e do meio ambiente. Foi defendido por arquitetos e urbanistas como o plano mais completo e avançado. Apresenta a possibilidade de revisão a cada ano, o que o torna um instrumento capaz de orientar e acompanhar a dinâmica de crescimento da cidade. Obedece à própria capacidade de expansão da cidade, em função da disponibilidade dos serviços públicos e da infra-estrutura nela implantada.

No entanto, essa cidade está entrando no terceiro milênio cheia de paradoxos: por um lado, uma cidade turística, cheia de prédios modernos, invasão de telefones celulares - popularizando a tecnologia; por outro, vive problemas que enfrenta há vários anos, como desemprego, abandono escolar, surgimento de favelas, falta de infra-estrutura e de saneamento básico. O crescimento de Natal é visto por políticos e dirigentes de entidades empresariais como indicador de uma cidade que perdeu as características de província e ganhou ares de metrópole. E como em toda metrópole, configuram-se problemas que serão levados para o século XXI (VELHOS, 2000).

Cabe ainda mencionar que Natal, isoladamente com os seus 169,9km², representa 8,87% da superfície da Região Metropolitana e sua população representa 68,29% desta região, onde há uma significativa concentração urbana. Essas pessoas têm como ocupação principal a industrial e os serviços, até por comportar as atividades administrativas da capital do Estado. Em seguida, o município de Parnamirim, com uma população de 123.475 habitantes, com uma superfície de 126,60km² e que mantém um processo bastante visível de conurbação.

Esse processo, porém, apresenta um perfil prejudicial ao desenvolvimento urbano sustentável, tendo em vista que o

acelerado crescimento urbano de Natal se realiza ao sabor dos interesses imobiliários privados e em detrimento dos interesses coletivos. A busca do lucro imediato e o retorno acelerado do capital são, via de regra, os únicos requisitos mobilizadores e alimentadores da especulação que, historicamente, marca o processo de ocupação e uso do solo em nossa cidade (MINEIRO; PORPINO; PALHANO, 2001, p. 12).

Não diferentemente das demais regiões de Natal, a região sul passa por problemas ambientais de diversas naturezas. Como exemplo, abriga cerca de uma dezena de favelas, com mais de mil habitações e igual número de famílias. Apesar de ser a região que, historicamente, recebeu o maior volume de recursos públicos em obras de infra-estrutura, apresenta, em termos ambientais, “preocupante e desordenado processo de ocupação urbana, a destruição das dunas, o desmatamento e a pressão imobiliária sobre a região do San Vale, **Pitimbu** e Capim Macio” (MINEIRO; PORPINO; PALHANO, 2001, p. 14, grifo nosso).

Da consulta ao Natal. SEMAP (2000a) apreendeu-se que, dos sentidos de crescimento da cidade em análise (FIGURA 3.02), aquele que se encontra voltado para a área sul, o qual alcança o Setor-III de Parnamirim (FIGURA 3.03), merece uma atenção especial do poder público e da sociedade civil organizada. Trata-se, pois, de uma área carente de infra-estrutura sanitária, dentre outras, de elevado grau de fragilidade ambiental e, principalmente, por pertencer à bacia hidrográfica do rio Pitimbu, manancial que desempenha um papel importante no abastecimento público da Região Metropolitana de Natal.

O Setor acima citado é composto pelos bairros de Parque de Pitimbu e Parque dos Eucaliptos, denominada pela população de Nova Parnamirim, com área aproximada de 716,56ha (5,65% do território desse município). Teve sua ocupação iniciada no final da década de 70, cujo impulso expansionista ocorreu na década subsequente (NATAL. SEMAP, 2000a).

Salienta-se que o processo de urbanização dessa área vem ocorrendo sob a égide da expansão da capital, assimilando as características da região periférica daquela cidade, absorvendo assentamentos das classes média e média baixa. Contudo, como nos demais setores de Parnamirim, constatam-se invasões de áreas e surgimento de loteamentos clandestinos que abrigam uma população de baixo poder aquisitivo, assentadas locais ambientalmente inadequados, contribuindo para a degradação ambiental local, submetendo esse contingente populacional a condições precárias e insalubres de moradia.

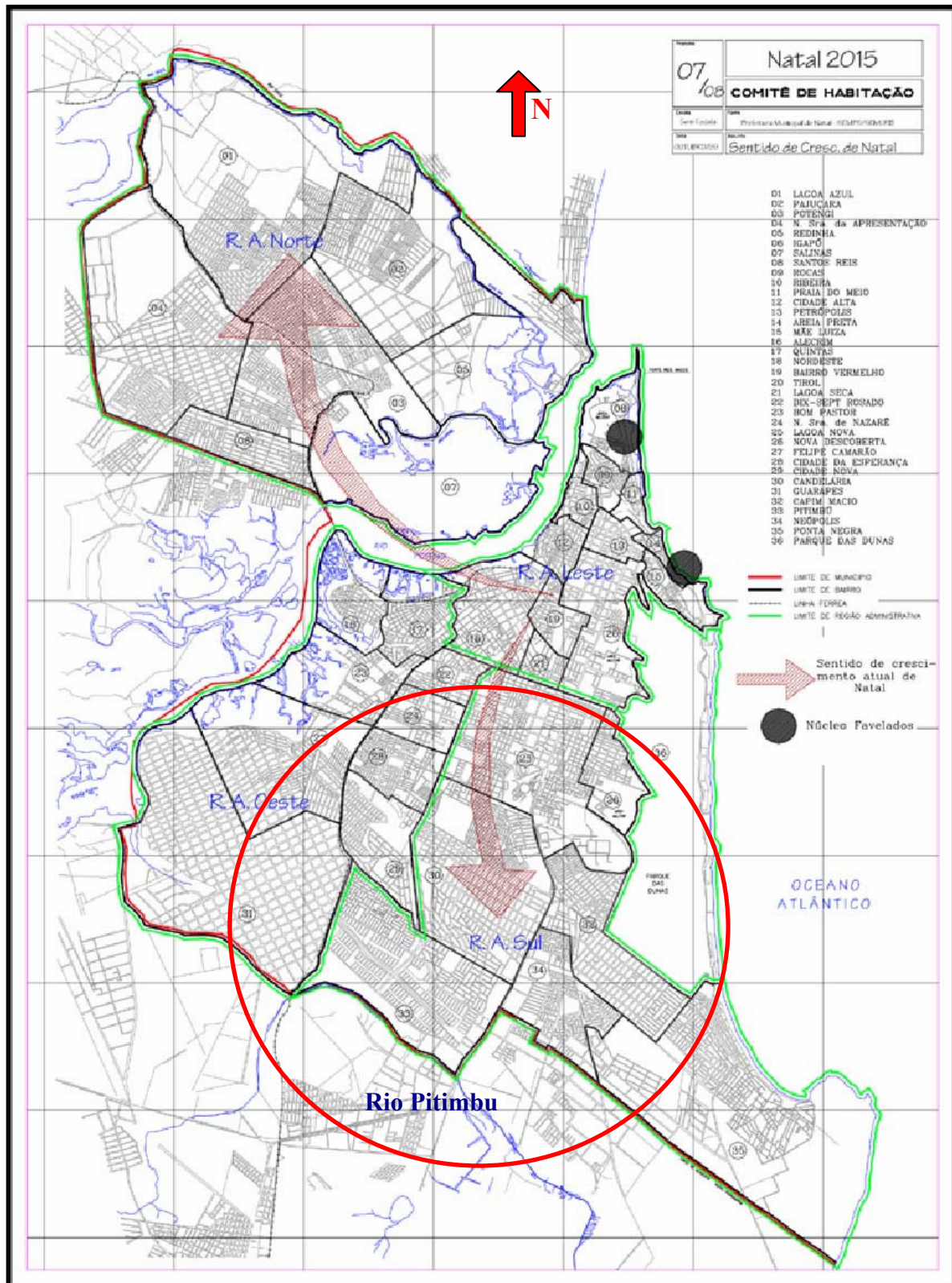
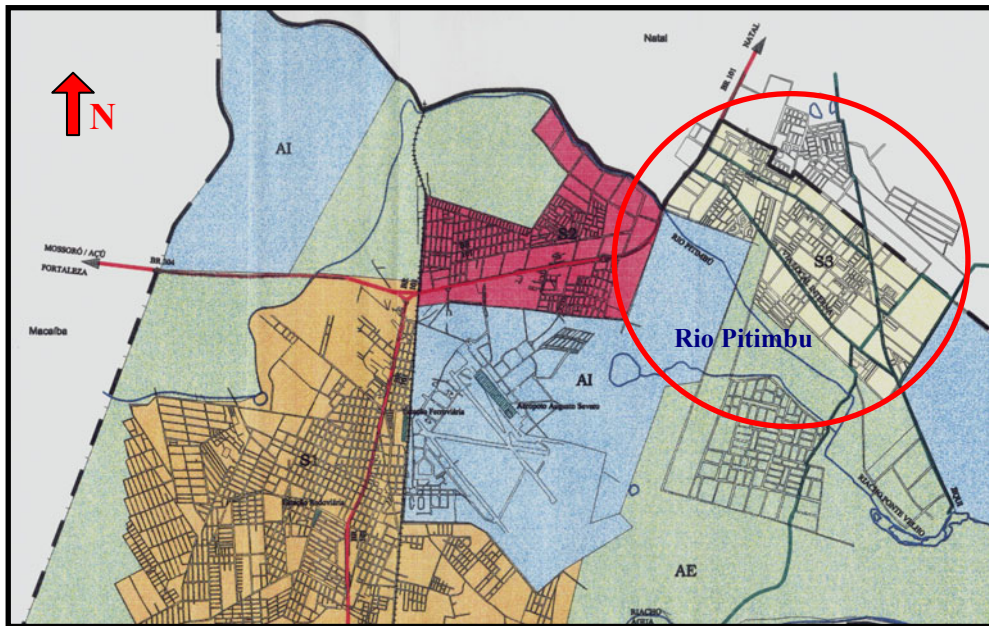


FIGURA 3.02: Sentido de crescimento da cidade do Natal.



Fonte: SETUR, 1999.

Adaptação: Borges, 2001.

FIGURA 3.03: Estrutura de articulação.

3.1.3 Qualidade de vida

Neste tópico propõe-se evidenciar algumas informações sobre o nível de vida e o saneamento ambiental, imprescindíveis para auxiliar a análise e discussão pretendida na presente pesquisa, sem, no entanto ter a aspiração de fornecer um diagnóstico em pormenores sobre a realidade dos municípios em relevo.

O Rio Grande do Norte conta com uma população de 2.776.782 habitantes (Censo 2000). Coloca-se como o oitavo estado, dentre os nove do Nordeste, em dimensão populacional, representando 6,17% da população urbana nordestina.

Sendo um Estado que nunca recebeu fluxo migratório significativo, seu crescimento populacional deu-se sempre de forma autônoma, com taxas, na maioria das vezes, inferiores ao crescimento observado nos outros estados do país. Sua população rural apresentou-se significativa até o ano de 1972, quando passou a ser superada pela população urbana e, a partir desse ano, a população rural vem decaindo sistematicamente, caracterizando um êxodo rural, cuja maior intensidade registrou-se no decênio de 1970 a 1980 (NATAL. SEMAP, 2000a).

No tocante ao rendimento médio mensal das pessoas com dez ou mais anos de idade (expresso em salários mínimos), constata-se que ao longo do período que integra os anos de 1980 e 1991 houve no Rio Grande do Norte e nos três municípios em evidência um declínio relativo da população em idade ativa (PIA)³², tanto do contingente de pessoas não remuneradas, quanto das que auferiram rendimento médio mensal de até 1 (um) salário mínimo. De outra parte, os números absolutos referentes aos citados contingentes do PIA elevaram-se consideravelmente. Portanto, conclui-se que o padrão de desenvolvimento em curso no Estado, em Natal, em Parnamirim e em Macaíba, não tem refletido na melhoria do padrão de vida das suas populações (FUNPEC, 1998).

Cabe ainda mencionar no que tange à qualidade de vida que, com o objetivo de medir esse parâmetro e o progresso humano em âmbito mundial, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) vem, desde 1990, valendo-se dos conceitos de desenvolvimento sustentável e de um novo indicador – Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Nesse sentido, a preocupação é definir as desigualdades existentes entre as pessoas no processo de desenvolvimento sustentável, verificado ao longo da história da humanidade, possibilitando uma reflexão a respeito das condições de produção e reprodução dessas desigualdades e estimular os ajustes nas políticas públicas (NATAL. SEMAP, 2000b).

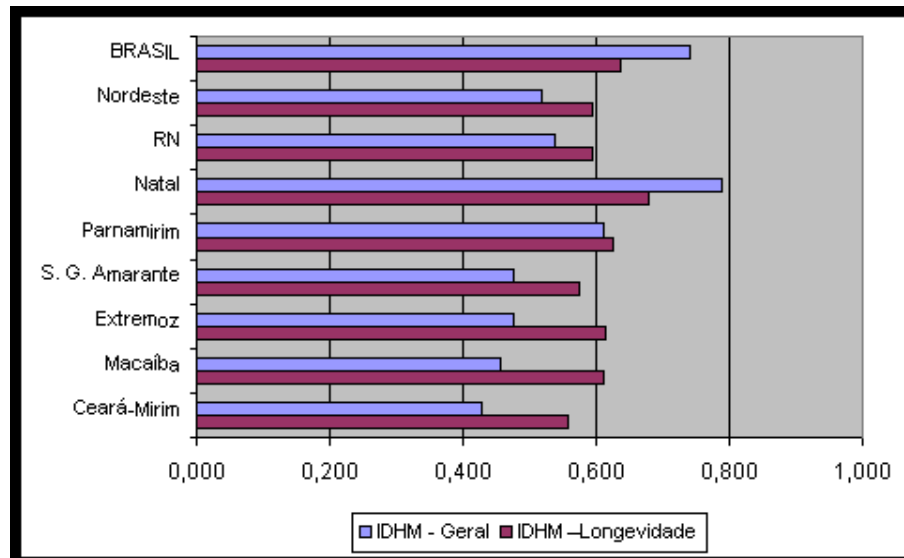
A importância do tema motivou a Prefeitura do Natal a organizar as informações a respeito desse Município contidas no Atlas de Desenvolvimento Humano, divulgado em 1998. Esse trabalho pretende também divulgar as informações sobre o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o Índice de Condições de Vida Municipal (ICVM), numa relação com o Brasil, Nordeste, RN e Região da Grande Natal, de forma a facilitar uma avaliação dos resultados das políticas públicas neles desenvolvidas (GRÁFICOS 3.02, 3.03, 3.04, 3.05 e 3.06) (NATAL. SEMAP, 2000b).

A metodologia utilizada neste trabalho, observa a mesma utilizada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), no relatório do Desenvolvimento Humano Internacional. Classifica os municípios em três categorias de análise:

- - Baixo desenvolvimento humano, quando o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) for menor que 0,500;

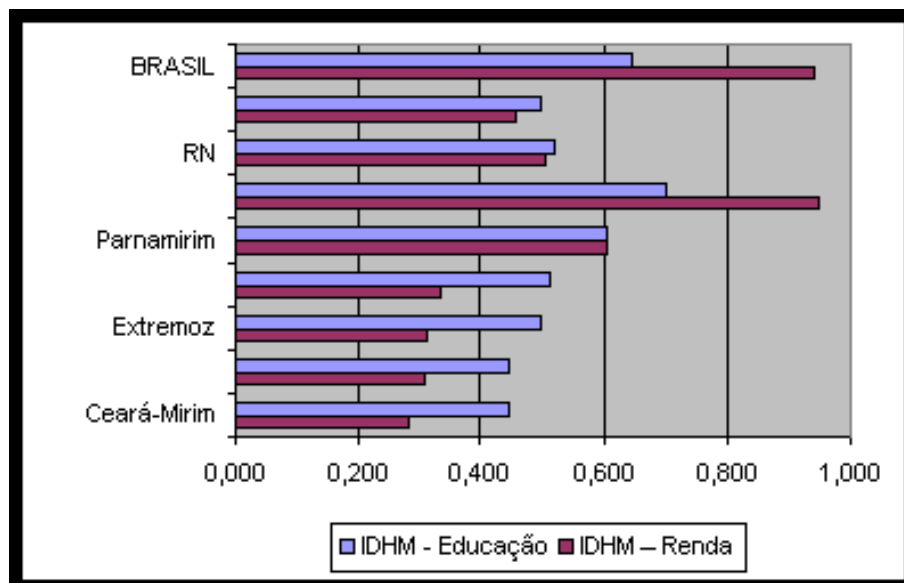
³² O Censo Demográfico não apresenta informações acerca do contingente que integra a força-de-trabalho. Esse contingente, nas estatísticas oficiais, é representado pela População Economicamente Ativa (PEA). Esse efetivo populacional é composto pela População Desempregada que se encontra à procura de ocupação e pela População Contingente de que trata este item. População Ocupada é normalmente definida como sendo aquela compreendida por assalariados em geral, pelos empregados de empresas familiares e pelos indivíduos ocupados em tarefas domésticas sem nenhuma remuneração (FUNPEC, 1998).

- - Médio desenvolvimento humano, para os valores entre 0,500 e 0,800;
- - Alto desenvolvimento humano, quando o índice for superior a 0,800.



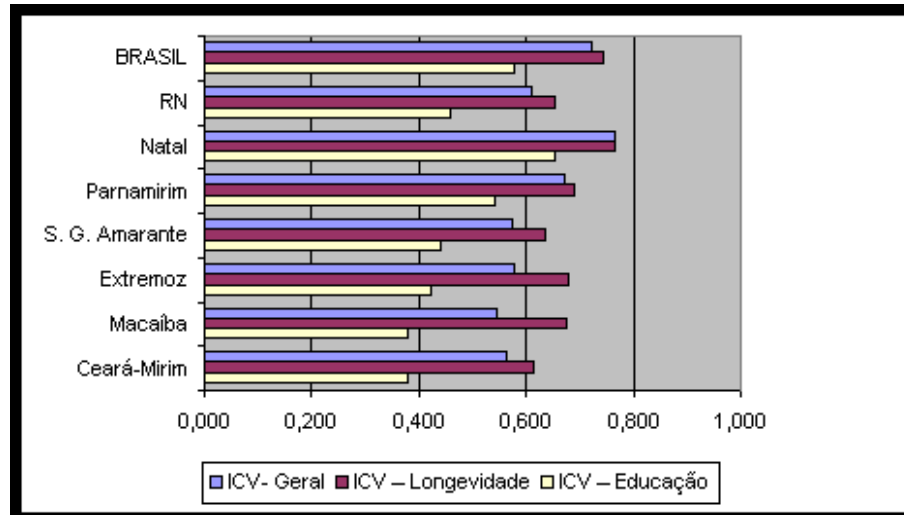
Fonte: NATAL. SEMAP, 2000b.

GRÁFICO 3.02: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Geral e Longevidade - 1991.



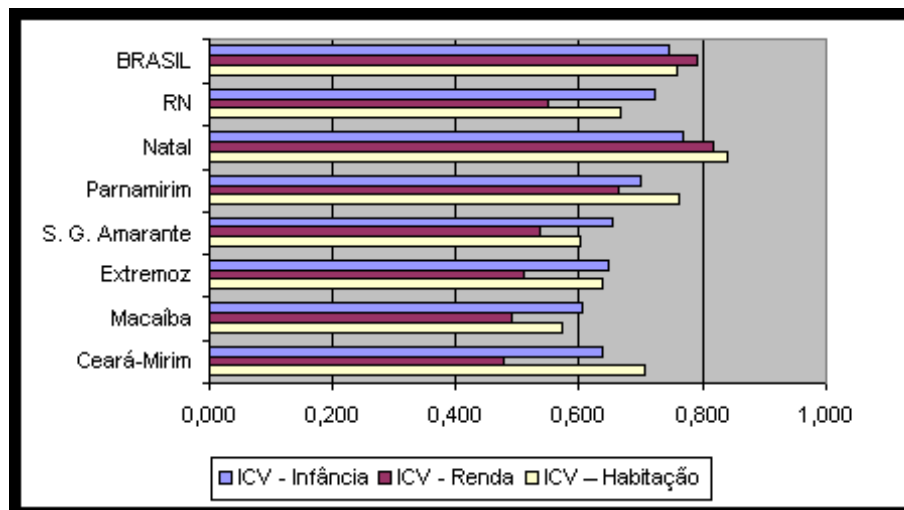
Fonte: NATAL. SEMAP, 2000b.

GRÁFICO 3.03: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Educação e Renda - 1991.



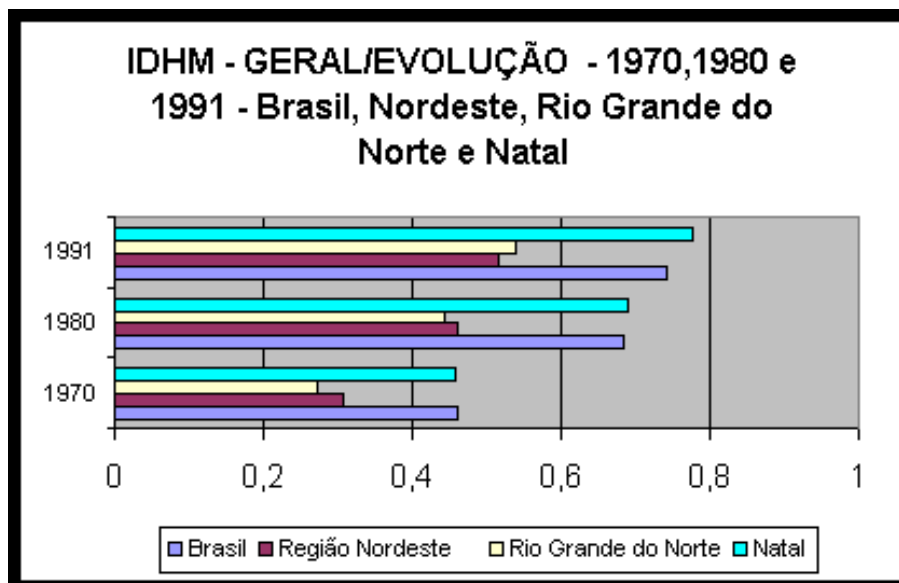
Fonte: NATAL. SEMAP, 2000b.

GRÁFICO 3.04: Índice de Condições de Vida (ICV) e Índice de Condições de Vida - Geral, Longevidade e Educação - 1991.



Fonte: NATAL. SEMAP, 2000b.

GRÁFICO 3.05: Índice de Condições de Vida - Infância, Renda e Habitação - 1991.



Fonte: NATAL. SEMAP, 2000b.

GRÁFICO 3.06: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) - Evolução.

Ao longo dos últimos anos, os indicadores do comportamento do setor de saneamento ambiental no Estado do Rio Grande do Norte revelam que ocorreu um esforço crescente, visando a universalizar a prestação de serviços junto à sua população, não obstante, se reconheça, por outro lado, que as políticas públicas têm se mostrado insuficientes no atendimento às necessidades da população e para fazer frente às deficiências no sistema, notadamente no diz respeito ao esgotamento sanitário.

O cenário de infra-estrutura de saneamento ambiental³³ da Região da Grande Natal, apresentado adiante, contemplando abastecimento de água, coleta e tratamento do esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais urbana e resíduos sólidos urbanos (RSU), revela uma situação de criticidade, apesar de avanços significativos relacionados com o abastecimento de água de sua população.

O abastecimento de água através da rede pública é o setor da infra-estrutura de saneamento que apresenta o melhor índice de atendimento à população no estado do Rio Grande do Norte e, em particular na Região da Grande Natal, com cerca de 80%, alicerçados

³³ As ações de saneamento existentes em Natal, em suas respectivas responsabilidades institucionais, podem ser assim divididas: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN, empresa de economia mista, com controle acionário do Estado que, através de concessão municipal, planeja, constrói, opera e mantém esses serviços; Limpeza Urbana - Companhia de Serviços Urbanos de Natal - URBANA, autarquia municipal que opera e gerencia os serviços de coleta, transporte e destinação dos resíduos sólidos, além dos serviços congêneres de limpeza da cidade, tais como: limpeza de ruas, praias, feiras, sistemas de drenagem, entre outros, e finalmente a Drenagem Urbana, que tem como responsável a Secretaria Municipal de Obras e Viação - SEMOV (NATAL. SEMAP, 2000a).

principalmente pelos índices dos municípios de Natal e Parnamirim (FIERN, 2000), tendo em vista que a cidade do Natal apresenta uma boa cobertura quantitativa desse serviço, atingindo cerca de 98% de sua área (CONPLAM, 2000b).

Em 1996, a Região da Grande Natal, possuía 49% do total das ligações de água do Estado e 53% do volume faturado pelo dois sistemas que a abastece, a CAERN (Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Rio Grande do Norte), responsável pelos municípios de Natal, Parnamirim e Macaíba e o representado pela FNS (Fundação Nacional de Saúde) e SAAE (Sistema Autônomo de Água e Esgoto), que abastecem os municípios de Ceará-Mirim (FNS) Extremóz (SAAE), São Gonçalo do Amarante (SAAE) e a localidade de Pirangi do Norte (SAAE) no município de Parnamirim. Essa característica em 1996 representava 202.285 ligações e 214.822 domicílios, juntamente com os respectivos percentuais de cobertura de atendimento (TABELA 3.02) (FIERN, 2000).

TABELA 3.02: Abastecimento domiciliar de água.

MUNICÍPIO	Nº DOMICÍLIOS URBANO + RURAL	Nº DE LIGAÇÕES CAERN + FNS+SAAE	% COBERTURA	
			TOTAL	URBANA
CEARA-MIRIM	11.731	7.194	61	ND
EXTREMÓZ	3.935	3.702	94	ND
MACAIBA	10.577	6.034	57	87,8
NATAL	155.533	165.581	100	100
PARNAMIRIM	20.357	13.072	64	74
S.G. AMARANTE	12.689	6.702	53	ND
TOTAL	214.822	202.285		

Fonte: IBGE, 1996; IDEMA, 1997.

Cumprе salientar que o abastecimento de água da cidade do Natal utiliza os aquíferos e mananciais de superfície com uma proporção aproximada de 70% para os poços e 30% para as lagoas. A Zona Sul é abastecida pela lagoa do Jiqui e poços tubulares. Existem bairros com sistemas isolados de poços que injetam diretamente na rede e outros que recebem água com mistura da adutora proveniente da Estação de Tratamento de Água (ETA) do Jiqui e dos poços subterrâneos. A Zona Norte também tem as mesmas peculiaridades, parte dela sendo abastecida pela lagoa de Extremóz, com cerca de 70%, e o restante utilizando água de poços subterrâneos (CONPLAM, 2000b).

Em termos de quantidade, a cidade de Natal não apresenta maiores problemas. Entretanto, a maior preocupação está relacionada ao perigo de contaminação desses mananciais pelo nitrato (NO₃). Proveniente das transformações das formas de nitrogênio presentes nos esgotos, vem contaminando o solo e as águas subterrâneas, através da infiltração direta, dos efluentes provenientes do sistema fossa-sumidouro e fossas negras.

Ressalta-se que os poços tubulares também são apontados como problemas, uma vez que, quando não são sanitariamente bem protegidos, constituem-se em fontes pontuais de contaminação (NATAL. SEMAP, 2000a).

Verifica-se nos três municípios integrantes da BHRP, sobretudo em Natal, a construção de poços tubulares particulares para abastecimento d'água executados indevidamente por profissionais não habilitados e que, em sua maioria, não são submetidos a um monitoramento sistematizado da qualidade dessa água por parte dos poderes públicos competentes, podendo trazer sérias conseqüências à população que consome essa água que pode ser contaminada. Essa preocupação é ratificada por Mineiro; Porpino; Palhano (2001, p. 21) ao expressar que “a contaminação por nitrato (NO_3) é potencializada pela existência de inúmeros poços tubulares, de caráter particular, construídos sem critérios técnicos adequados”.

Com relação às águas de superfície,

o maior problema que se apresenta é o do rio Pitimbu, pequeno riacho que corre entre Natal e Parnamirim e alimenta a lagoa do Jiqui. Esse rio encontra-se em processo de degradação acelerada em função da ocupação desordenada da bacia: implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais nas suas margens, implicando em desmatamentos; a construção do Centro Industrial Avançado - CIA em área de contribuição hídrica da bacia; lançamento de esgotos e deposição de lixo nas suas margens (NATAL. SEMAP, 2000a).

Constatam-se, também, problemas dessa natureza na lagoa de Extremóz, a qual encontra-se

ameaçada pelo uso de defensivos agrícolas, adubos químicos na sua bacia e resíduos industriais que comprometem a qualidade da água consumida pelos habitantes daquele setor, que é o que tem maior índice de crescimento (NATAL. SEMAP, 2000a).

É mister revelar que na contramão do quadro relativo ao abastecimento público de água, pelo menos em termos quantitativos, encontra-se o serviço de coleta e tratamento de esgoto sanitário³⁴, cujo atendimento é insatisfatório.

Enquanto a rede de abastecimento de água atinge atualmente nos centros urbanos da Região da Grande Natal, índices em média, próximos dos 90%, com cerca de 100% no

³⁴ O esgotamento sanitário e seu tratamento na Região da Grande Natal é de responsabilidade da CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Rio Grande do Norte, para os municípios de Natal, Parnamirim e Macaíba e da FNS – Fundação Nacional de Saúde e SAAE - Sistema Autônomo de Água e Esgoto, que atendem os municípios de Ceará-Mirim (FNS), Extremóz (SAAE), São Gonçalo do Amarante (SAAE) e a localidade de Pirangi do Norte (SAAE) no município de Parnamirim (FIERN, 2000).

município de Natal, de maneira geral a rede de esgotamento sanitário é mínima e o tratamento, quando existente, tem seu funcionamento precário.

De acordo com CONPLAM (2000b, p.4),

o índice de atendimento pela rede coletora atinge 26% das famílias potencialmente beneficiadas por sistema público de abastecimento de água e apenas 20% dos esgotos coletados, ou 5,2% do total de famílias atendidas, atualmente recebem algum tipo de tratamento. Esta insuficiente cobertura pelo serviço de esgotos, condiciona o surgimento de surtos de doenças veiculadas hidricamente.

A Tabela 3.03 apresenta os volumes estimados de esgoto sanitário gerado nas zonas urbanas das sedes dos municípios que compõem a região da Grande Natal, com base no valor unitário médio de 247litros/habitante.dia, incluindo população flutuante, comércio, juntamente com as extensões aproximadas das redes existentes (FIERN, 2000).

TABELA 3.03: Características do esgotamento sanitário – Zona urbana.

Município	Volume Gerado Zona Urbana	Rede Esgoto km
	m ³ /dia	
Ceará-Mirim	7.105	< 1
Extremóz	2.507	< 1
Macaíba	7.950	1,7
Natal	162.041	308
Parnamirim	19.349	0,8
S.G. Amarante	2.302	1,2
Total	201.254	

Fonte: FIERN, 2000.

No município de Natal, com 75% da população da Região da Grande Natal, a rede de esgotamento, além de sub-dimensionada em alguns bairros para a demanda atual, atende a apenas 25 % da população. No município de Parnamirim, segundo município mais populoso da região, a situação é mais crítica, a rede de esgotamento é praticamente inexistente. (FIERN, 2000).

Esse quadro é ratificado com a informação obtida junto à Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente³⁵ de Parnamirim, em 09 de junho de 2000, ao relatar que o sistema de esgotamento sanitário praticamente inexistente. Ocorrem casos isolados, como exemplo a implantação de um sistema de esgotamento sanitário que atende a aproximadamente 300 unidades habitacionais (informação verbal).

O sistema predominante de esgotamento sanitário é o domiciliar, o esgoto coletado é tratado através do sistema fossa-sumidouro, fossas rudimentares (fossa negra), - muitas,

³⁵ A Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente do Município de Parnamirim foi criada no início do ano 2.000, após a fusão das secretarias de Planejamento e de Meio Ambiente.

usando as antigas cacimbas desativadas pela chegada da rede de água -, seguidas de infiltração por sumidouro em terreno das próprias edificações.

Convém salientar que, integrado a esse processo, existem empresas limpa-fossas que realizam as limpezas quando demandadas, descarregando seus resíduos quase sempre em locais inadequados, como por exemplo, nas margens e/ou no leito dos rios Jundiá, Potengi, e Pitimbu, dentre outros, sem a devida supervisão, controle ou fiscalização efetivos dos órgãos competentes, poluindo e contaminando os corpos aquáticos superficiais e o próprio lençol freático. Destarte, já foram estabelecidos focos de contaminação nos aquíferos em diversos poços de abastecimento de água da Grande Natal, que foram fechados, dificultando e até inviabilizando o abastecimento público de água em alguns setores da Região Metropolitana de Natal.

O crescimento, a concentração populacional e a qualidade de vida são fatores que concorrem para um expressivo aumento da geração de resíduos sólidos em todo o mundo. Na verdade, essa crescente geração de resíduos, cada vez mais complexa e heterogênea, é uma contrapartida do desenvolvimento urbano econômico e social, entretanto, sua administração é indicador do grau de qualidade de vida e da educação de uma comunidade.

Em relação à Região Metropolitana de Natal, todos os municípios que a compõe têm em comum a existência de coleta domiciliar deficiente nos centros urbanos e a disposição final totalmente inadequada em quase todos os aspectos técnicos e operacionais. São apontadas como sendo as principais causas dessa situação, os limitados recursos financeiros disponíveis pelos municípios, a falta de reciclagem e treinamentos técnicos de servidores, que normalmente é um setor desprestigiado na política de prioridade municipal e a conscientização da população sobre os problemas do lixo (FIERN, 2000).

A quantidade coletada de resíduos sólidos urbanos (RSU) na Região Metropolitana e os índices de geração estimada por município –área urbana- com base nos números fornecidos pelo órgãos públicos responsáveis, encontram-se nas Tabelas 3.04 e 3.05.

TABELA 3.04: Quantidade de RSU coletada.

MUNICÍPIO	QUANTIDADE DE RESÍDUOS DOMICILIAR t/d	QUANTIDADE DE OUTROS RESÍDUOS (*) t/d	LOCAL DE DESTINAÇÃO FINAL
CEARA-MIRIM	~30 (1)	10 (1)	Passa e Fica de Cima
EXTREMÓZ	~10(1)	6 (1)	Estrada das Estivas
MACAIBA	~35(1)	15 (1)	Lagoa das Pedras
NATAL	686	641	Cidade Nova
PARNAMIRIM	~80(1)	35 (1)	Bairro da Liberdade
S.G. AMARANTE	~10(1)	3 (1)	Lixão do Guajirú
TOTAL	851	710	

(*) – Resíduos de varrição de ruas, entulhos, podas de árvores, etc.

(1) valores verbais informados. Os resíduos não são pesados.

Fonte: FIERN, 2000.

TABELA 3.05: Índice de geração de resíduo domiciliar com base na coleta.

MUNICÍPIO	ÍNDICE DE GERAÇÃO RESÍDUO DOMICILIAR g/hab.dia
CEARA-MIRIM	1.042
EXTREMÓZ	985
MACAIBA	1.084
NATAL	1.200
PARNAMIRIM	1.021
S.G. AMARANTE	1.017

Fonte: FIERN, 2000.

Enquanto a coleta domiciliar encontra-se privatizada em suas várias formas, a destinação final tem sua administração e operação municipalizada. A coleta de resíduo hospitalar é totalmente deficiente, nem sempre é seletiva e sua deposição é feita em muitos casos junto com a domiciliar, pelo menos em passado recente (FIERN, 2000).

Ressalta-se, entretanto, que, de acordo com Natal. SEMAP (2000a), o serviço de coleta

domiciliar na cidade do Natal atende a 90% da malha urbana, aproximadamente 630.000 habitantes, com uma produção total de resíduos de 1.333ton./dia. A coleta hospitalar é executada com equipe e equipamentos exclusivos, obedecendo a roteiros previamente definidos, com frequência alternada.

Retomando ao tema relacionado à destinação final desses resíduos sólidos, constata-se que cada município tem o seu próprio local de deposição. Contudo, em todos os casos, a área destinada para a deposição desses resíduos encontram-se desprovidas de um tratamento na superfície do solo que propicie a sua impermeabilização, bem como de sistemas de tratamento de chorume. O lixo hospitalar, quando identificado, é colocado em valas separadas, sem

cuidados especiais, normalmente acaba junto com o resíduo domiciliar, pois o controle da operação é deficiente (FIERN, 2000).

Esse cenário é assegurado com a informação obtida diretamente na Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente desse Município, em 09 de junho de 2000, ao informar que o sistema de coleta e destinação de resíduos sólidos é realizado da seguinte forma: o lixo é coletado e depositado em um aterro não controlado (lixão) no bairro da Liberdade³⁶, entretanto, não é feita a coleta hospitalar separada da doméstica e/ou comercial, contrariando a Lei Municipal nº 1.019, de 21 de setembro de 1999, a qual dispõe sobre a coleta seletiva de lixo industrial, comercial e residencial no Município e dá outras providências (informação verbal).

Foram encontrados catadores em todos os locais de deposição e todos os conseqüentes problemas oriundos dessa atividade inóspita, proporcionando conflitos sociais decorrentes das condições precárias de trabalho e organização (FIERN, 2000).

A situação operacional do denominado lixão em Natal também é precária, existindo no local cerca de 354 pessoas (catadores), além de um grande número de crianças e adolescentes, que retiram o sustento familiar da separação de materiais oriundos da coleta desses resíduos sólidos (NATAL. SEMAP, 2000a).

Em Macaíba, por exemplo, existe apenas um local utilizado para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos (o lixão), localizado a 4km da margem da estrada que liga o Macaíba ao município de São Gonçalo do Amarante, podendo ser encontrado uma quantidade de famílias superior a 20. Aproximadamente 100 pessoas se dedicam a essa atividade, aí incluídas aproximadamente 35 crianças, filhos de catadores, que embora permanentemente advertidos dos perigos advindos desta prática, mantém a atividade das mesmas, não existindo alguma associação ou cooperativa que os represente (MACAÍBA, 2000).

O quadro acima descrito mostra que a coleta deficiente do lixo domiciliar e a falta de controle da coleta do lixo hospitalar geram impactos negativos em diversos níveis, no entanto, é na destinação final onde a situação é mais crítica pelos danos ambientais ainda não mensuráveis, notadamente nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos que proporcionam o abastecimento de água da região.

A drenagem pluvial necessita de constante intervenção pela própria dinâmica de crescimento urbano que, associada a pressão social e econômica sobre o uso do solo e sua ocupação nem sempre ordenada, torna os planos e projetos ultrapassados e como

conseqüência, causa os transtornos sobre a população e seu patrimônio pelas enchentes e inundações quando da ocorrência de fortes chuvas.

Esse fato pode ser constatado principalmente no município de Natal, pelo seu alto grau de urbanização, reduções drásticas das áreas de infiltração e sub-dimensionamento e reduções de volume de suas bacias de acumulação. A rede de drenagem existente atende a 279 ruas e avenidas de um total de 2000 ruas e avenidas. A rede dos bairros de Petrópolis, Tirol e Lagoa Seca encontram-se sub-dimensionadas, enchentes e inundações ocorrem constantemente no bairro do Capim Macio e a maioria das lagoas de infiltração encontram-se parcialmente ocupadas ou aterradas (FIERN, 2000).

As características peculiares da cidade relativas à distribuição do seu solo e do seu relevo, acarretam problemas gerados pela formação de uma série de bacias sem exutório, o que provoca o surgimento de inúmeros pontos de acumulação de água, as chamadas bacias fechadas. Tal situação, atrelada à necessidade de se manter a recarga do aquífero como forma de garantir o suprimento de água para abastecimento e evitar o avanço da cunha salina, exige necessariamente a implantação de bacias de infiltração nas áreas progressivamente urbanizadas.

Na capital, o sistema de drenagem é deficiente pela carência de manutenção preventiva, pelo sub-dimensionamento de algumas estruturas de macro-drenagem, em função de sérios equívocos técnicos de execução e pela idade do sistema. Sofre ainda em decorrência da inexistência de um cadastro técnico confiável. Ademais, os sistemas de bombeamento operam precariamente e ocorre a presença de inúmeras ligações clandestinas de esgotos sanitários nas galerias, dificultando ainda mais a solução do problema.

³⁶ O bairro da Liberdade encontra-se fora da área em estudo.

4 METODOLOGIA

É unânime afirmar que o estudo da questão ambiental possui um caráter multidisciplinar, requer reflexões multivariadas, haja vista a complexidade das inter-relações das variáveis envolvidas, abarcando, desse modo, diversas áreas do conhecimento sistematizado (Geologia, Topografia, Pedologia, Climatologia, Geomorfologia, Urbanismo, Sociologia, Engenharia Sanitária, entre outras disciplinas) que se imbricam para buscar compreender os fenômenos naturais e antropogênicos.

Destarte, para a concretização dos objetivos propostos na presente pesquisa, buscou-se evidenciar a problemática à luz de uma abordagem teórica que contemple o inter-relacionamento das variáveis do meio, procurando caracterizar os relacionamentos entre os elementos naturais do ambiente e a dinâmica de uso e ocupação do solo atual.

Os procedimentos metodológicos aqui empregados compreenderam, basicamente, das seguintes etapas:

I - pesquisa bibliográfica e documental: levantamento do referencial bibliográfico; busca de informações disponíveis sobre a BHRP, através da consulta a trabalhos acadêmicos desenvolvidos na bacia, a trabalhos técnicos disponíveis nos órgãos públicos local, regional e nacional; e, à legislação pertinente;

II - levantamento de dados e informações efetuadas em campo: visitas sistematizadas à bacia, visando a obtenção e atualização de dados e informações obtidos no item anterior, através da observação direta, da realização de ensaios fotográficos e de entrevistas semi-estruturadas.

Ressalta-se que a determinação do posicionamento global dos pontos de interesse foi feita empregando-se a tecnologia de Sistema de Posicionamento Global (*Global Position System* – GPS). Para tal, utilizou-se de um receptor de sinais da marca Garmin, modelo Etrex.

III – Trabalho de gabinete: consistiu da reunião e tratamento sistematizado de todo material levantado - dados e informações -, objetivando-se a feitura da Dissertação.

Tendo em vista permitir uma compreensão melhor da metodologia a qual a presente pesquisa está consubstanciada, elaborou-se um modelo gráfico, o qual apresenta um roteiro sintético do caminho percorrido para alcançar o objetivo proposto (FIGURA 4.01).

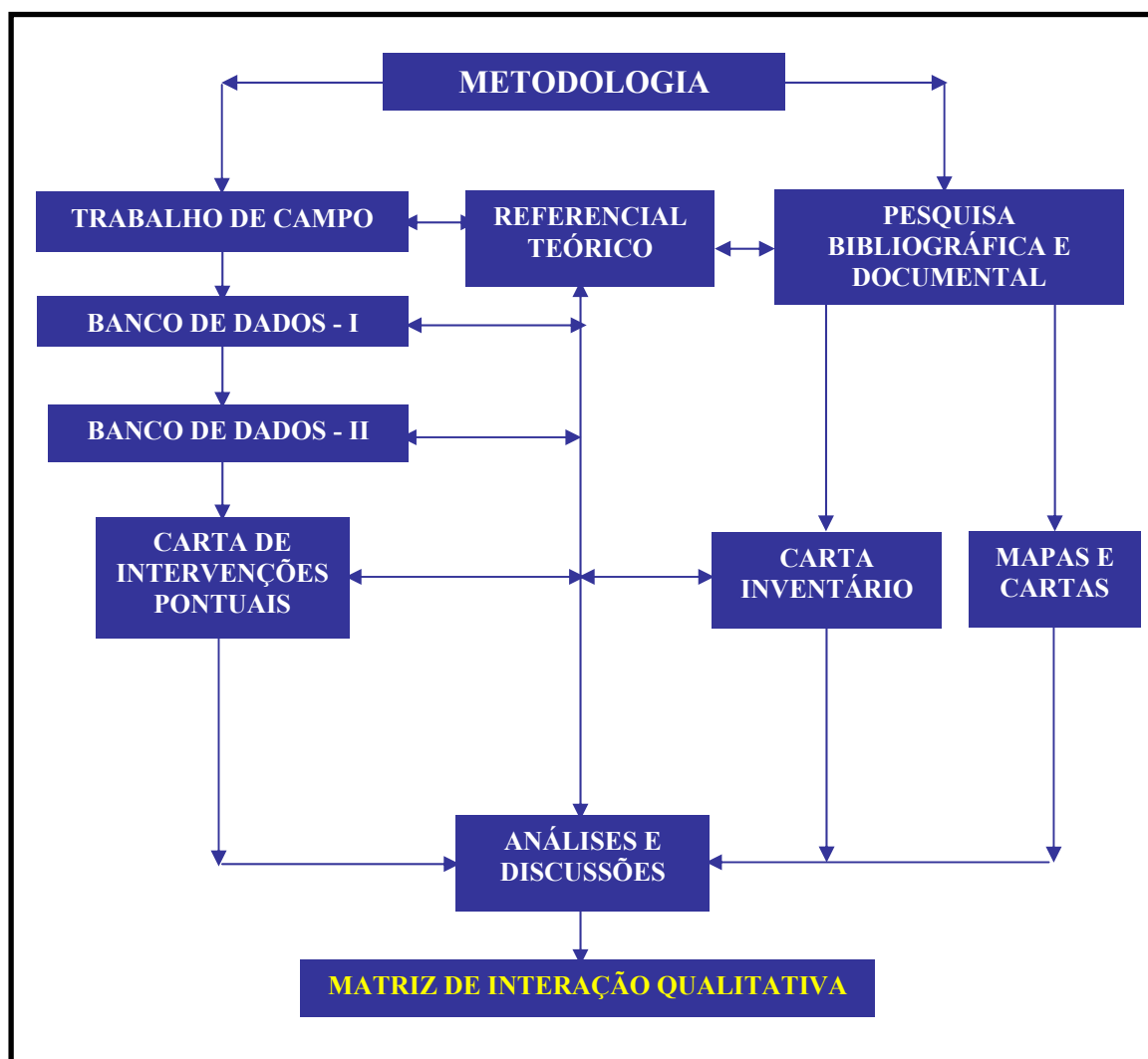


FIGURA 4.01: Encaminhamento metodológico da pesquisa – Roteiro sintético.

O primeiro reconhecimento da área estudada se deu com a visita aos pontos de coleta de água no rio Pitimbu realizadas por Oliveira (1994). Esse trabalho de campo contou com a presença do citado pesquisador e objetivou comparar as condições ambientais pretéritas no entorno desses pontos, as quais foram citadas em seu trabalho de pesquisa, em relação a realidade atual. Na oportunidade, foram feitas fotografias e anotações dos seus relatos, vislumbrando-se a feitura de um relatório para subsidiar a análise pretendida.

Num segundo momento, realizaram-se campanhas a pontos da bacia que foram indicados pelo geólogo José Gilson Vilaça, técnico da Secretaria Especial de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal (SEMURB), na perspectiva de se identificar os locais de maior impacto adverso na área.

Por fim, realizaram-se expedições com um grupo de profissionais de várias áreas de conhecimento que permitiram o caminhar em toda a planície de inundação do rio Pitimbu,

desde a sua nascente à sua desembocadura na lagoa do Jiqui, onde foram feitos registros – anotações, gravações em fita cassete de depoimentos e fotografias - de vários aspectos inerentes à problemática ambiental.

Com os dados e informações obtidos em campo, elaborou-se um primeiro banco de dados (BD-I), no qual foram historiados 120 pontos, descrevendo-se a ação antrópica identificada, sua finalidade, a consequência ambiental observada ou inferida, informações geográficas do local e registro fotográfico devidamente catalogado, além do posicionamento global.

Cabe ainda mencionar que no BD-I foram contemplados mais de um posicionamento global de alguns pontos, tendo em vista que houve a oportunidade de se fazer mais de uma visita a determinados locais na bacia em tela.

Buscando-se viabilizar a sistematização dos dados e informações supramencionados, vislumbrando-se a feitura da carta de intervenções pontuais na BHRP e da matriz de interação qualitativa propostos, elaborou-se um segundo banco de dados (BD-II). Para tal finalidade, fez-se a classificação das atividades levantadas na bacia, como pode ser observado no Quadro 4.01.

QUADRO 4.01: Classes de intervenções pontuais.

CLASSES DE INTERVENÇÕES		
INTERVENÇÃO	CLASSE	DENOMINAÇÃO
Barramento para Açudamento	1	BAR-1
Barramento para Outros Fins	2	BAR-2
Desmatamento	3	DESMT
Retirada de Sedimentos	4	RETSE
Erosão	5	EROS
Assoreamento	6	ASSOR
Queimada	7	QUEIM
Deposição a céu aberto de Resíduos Sólidos Doméstico - Lixo	8	LIXO-D
Deposição a céu aberto de Resíduos Sólidos Industrial - Lixo	9	LIXO-I
Lançamento de Efluentes Líquidos Doméstico	10	EFLU-D
Lançamento de Efluentes Líquidos Industrial	11	EFLU-I
Banho e Lazer da População - Banho de animais - Lavagem de roupas - Lavagem de veículos automotores	12	BANHO
Drenagem de águas pluviais	13	DRENA

Construído a partir do primeiro e agregando-se a classificação das intervenções na BHRP acima descrita, o BD-II descreve as atividades desenvolvidas em 77 pontos da bacia hidrográfica.

Assinale-se que constam as ações antropogênicas identificadas, sua finalidade, a consequência ambiental observada ou inferida, informações geográficas do local e registro fotográfico devidamente catalogado, além da apresentação do posicionamento global. Ressalta-se que, para cada ponto levantado, existe uma classe de intervenções correspondente.

Paralelamente ao procedimento supramencionado, confeccionaram-se os mapas e cartas temáticas a partir do material cartográfico obtido quando da pesquisa bibliográfica e documental, as quais constam no corpo desta dissertação. Destaca-se, nesse contexto, a Carta Geo-ambiental da BHRP.

Convém salientar que essa carta foi confeccionada a partir do recorte da Carta Geo-ambiental da Grande Natal mais o Município de Ceará-Mirim, constante no trabalho de pesquisa de Nunes (1996).

É fundamental lembrar que Nunes (1996) aplicou uma metodologia que trata do zoneamento geo-ambiental aplicado ao planejamento ambiental e urbano, como resultado da análise da interação da morfo-estrutura, fisiografia e cobertura de alteração intempérica. Essa metodologia veio a fornecer subsídios para os processos de planejamento urbano, nos quais se recomenda que as áreas a serem mapeadas obedeçam a limites geográficos (bacias hidrográficas), ou políticos (municípios), contribuindo, desta forma, para uma melhor utilização pelas engenharias Civil, Sanitária e Agrícola, como base para o macrozoneamento geo-ambiental, na execução do planejamento urbano e regional.

Assim sendo, optou-se por essa teoria como um dos embasamentos das discussões propostas nesta pesquisa, tendo em vista que a adequabilidade total ou com restrição ou a inadequabilidade da implantação ou existência de uma determinada atividade em uma unidade de paisagem (domínio geo-ambiental), possibilitou avaliar melhor o estado ambiental da BHRP, compreendendo-se que a compartimentação em unidades homogêneas permite definir problemas específicos associados a cada uma das unidades. Dessa forma, em cada uma delas são esperadas respostas distintas frente às formas de ocupação do meio físico (LEMOS, 1990).

A Carta Inventário da BHRP, confeccionada na escala de semi-detalhe (1:50.000), originou-se da compilação e recompilação mais reambulação das informações cartográficas anteriormente citadas, cuja base cartográfica constituiu-se na Carta Planialtimétrica de Natal Folha SB 25-V-C-V (BRASIL. DSG, 1983) mais a base cartográfica de Natal digital fornecida pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN, 2000).

A análise das implicações ambientais decorrentes dos diversos usos e ocupações na BHRP foi possível graças ao referencial bibliográfico supramencionado, à proposta de macrozoneamento da Grande Natal elaborada por Nunes (1996), às cartas Inventário e de Intervenções Pontuais da região em análise e à legislação ambiental e dos recursos hídricos vigentes, no âmbito Federal, Estadual e Municipal.

Empregou-se, também, a superposição das cartas compiladas e produzidas, o qual teve como referência o método denominado de Superposição de cartas, que consiste na elaboração, em material transparente, de um conjunto de cartas da área a ser afetada, representando individualmente os componentes ambientais envolvidos no processo de análise.

Como produto dessa análise, apresentou-se uma Matriz de Interação Qualitativa que busca mostrar sinteticamente o cruzamento das ações empreendidas na bacia hidrográfica do rio Pitimbu com os fatores ambientais da área em apreço.

Ressalta-se que, para efeito de comparação entre o estado físico atual da bacia em epígrafe, levantado *in loco*, e suas condições físicas anteriormente existentes, foram utilizadas imagens sub-orbitais. Para isso, empregou-se a técnica de fotointerpretação, através de um estereoscópio de espelho, para interpretar as seguintes fotografias aéreas: pc-c7-06-110 a 116 (faixa 108), na escala 1:70.000 (Cruzeiro de Sul, 1969).

Como ferramenta computacional utilizada neste trabalho de pesquisa, pode-se citar o Software que trabalha com planilha eletrônica EXCEL, da família OFFICE 97, marca registrada da Microsoft Corporation. Nesse recurso foram elaborados os banco de dados, que foram enviados para um software de sistema de informação geográfica, além da geração de gráficos e da Matriz de Interação Qualitativa.

A produção cartográfica se deu considerando a Projeção Universal de Mercator e os Datums vertical: Imbituba – Santa Catarina - e Horizontal: Córrego Alegre – Minas Gerais, ambos no território Nacional.

A rasterização foi efetuada empregando-se Scanner TRUSCAN 800 (Vidar Systems Corporation), em preto e branco.

Para a realização do georeferenciamento, vetorização, superposição de imagens, levantamento de áreas de poligonais e demais operações relacionadas com o Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizou-se do Software ArcView 3.2a, marca registrada da Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI).

O processo de mosaicagem se deu utilizando-se da ferramenta computacional Photovista, release 1.3.2, de propriedade da Live Picture Inc.

As cartas da bacia hidrográfica do rio Pitimbu, mencionadas a seguir, são o produto da compilação e recompilação de informações cartográficas, obtidas nos diversos órgãos governamentais, em suas três esferas, bem como em Nunes (1996): carta de Classificação Climática; de Isoietas Anuais; das Classes de Terra para Irrigação; de Uso e Ocupação do solo; Morfo-estrutural, Fisiográfica, de Cobertura de Alteração Intempérica e Geo-ambiental.

Essas informações são bases de dados impressas e/ou digitais que passaram por um posterior tratamento gráfico de rasterização, mosaicagem (Fotografias aéreas), georeferenciamento, vetorização e reambulação dessas informações, resultando na apresentação dos diversos mapas e cartas temáticas da bacia hidrográfica do rio Pitimbu.

Tomou-se a bacia hidrográfica como uma unidade de estudo, levando-se em conta todos os fatores que afetam essa unidade física, lateral e subjacentemente (GARRIDO, 1999).

Quanto à forma de se sistematizar as atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Pitimbu e suas conseqüências ambientais, optou-se pela setorização da bacia através da divisão político-administrativa dos municípios integrantes da mesma (FIGURA 4.02).

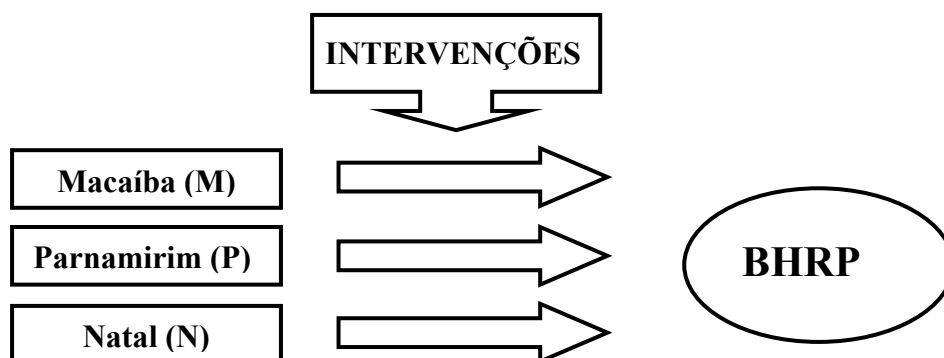


FIGURA 4.02: Sistematização da setorização do objeto de estudo.

Pode-se, também, representar graficamente essas intervenções considerando os domínios municipais em relação à contribuição de suas áreas territoriais que encontram-se na bacia analisada (FIGURA 4.03).

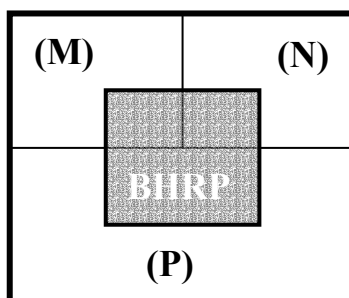


FIGURA 4.03: Setorização da BHRP.

Ressalta-se que cada município possui características intrínsecas, com história própria de criação e crescimento sócio-econômico, populacional, rural, urbano e industrial.

Ainda no procedimento metodológico empregado na presente pesquisa, convém colocar em relevo que foram pesquisadas, acompanhadas e catalogadas matérias jornalísticas da região que tratam da temática em análise, que estivessem voltadas direta ou indiretamente à problemática ambiental da BHRP no período de março de 1999 a outubro de 2000.

Esse banco de informações foi utilizado para auxiliar no levantamento do uso e ocupação do solo, bem como na identificação dos locais aonde vêm sendo praticadas ações que sugerem implicações ambientais na área estudada. Ademais, subsidiou as análises e discussões que buscaram compreender as causas dessas ações, suas implicações ambientais e conseqüente repercussão na qualidade de vida da população atingida.

É importante ressaltar que a participação ativa nas atividades abaixo relacionadas, contribuiu de forma consistente para a realização desta pesquisa, promovendo um maior conhecimento teórico-prático da área teste: palestras sobre temas afins; fóruns de discussão sobre a questão da água em Natal e concernentes ao próprio rio Pitimbu e lagoa do Jiqui e o meio circundante; seminários e reuniões com grupos de moradores que se preocupam e/ou estão sendo vítimas do processo de degradação ambiental da aludida área.

Salienta-se ainda que a utilização de informações espontâneas de profissionais técnicos que vivenciaram, de alguma maneira, experiências que se relacionam com os estudos ou ações que envolveram à BHRP, também fizeram parte desse procedimento.

Por fim, considera-se importante esclarecer que a forma utilizada para a apresentação desta dissertação, procurou uma tradução amparada nos recursos descritivos e sintetizados, através de figuras, tabelas, gráficos, quadros e mapas e/ou cartas temáticas, sistematizados segundo uma ordem que parte do geral para o particular, buscando representar as relações que se configuram no contexto da globalidade regional e se aprofundam nas especificidades dos conteúdos que tratam, mais diretamente, às questões e particularidades da região estudada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise do estado ambiental da BHRP: considerações sobre a cartografia

5.1.1 A Carta Geo-ambiental da BHRP

Torna-se oportuno, neste momento, apresentar a Carta Geo-ambiental da BHRP (FIGURA 5.01). Trata-se de uma carta temática oriunda do recorte da Carta Geo-ambiental da Grande Natal, produzida por Nunes (1996), a qual foi elaborada a partir da análise integrada das cartas Morfo-estrutural, Fisiográfica e de Cobertura de Alteração Intempérica, vislumbrando-se o zoneamento geo-ambiental aplicado ao planejamento ambiental e urbano.

Constatou-se na Carta Geo-ambiental da BHRP a presença do bloco III, e dos sub-blocos IIIa e IIIb, com predominância do IIIa, onde se apresentam os baixos topográficos e altos estruturais (BA) em 88% (65 mais 23%) da área da bacia (GRÁFICO 5.01). Quanto aos baixos topográficos e baixos estruturais (BB), apresentam-se na região paralela ao rio Pitimbu, em sua margem esquerda, totalizando 11% da área (GRÁFICO 5.01), no trecho que vai do bairro Guarapes - Planalto (Natal), na altura do pontilhão da via férrea sobre o rio Pitimbu, à lagoa do Jiqui, aproximadamente. Nota-se, também, a presença dos altos topográficos e baixos estruturais (AB), em menor escala, na região próxima à nascente do rio Pitimbu (município de Macaíba) e estende-se em direção ao rio Jundiá (também no município de Macaíba), com 1% de área na BHRP (GRÁFICO 5.01).

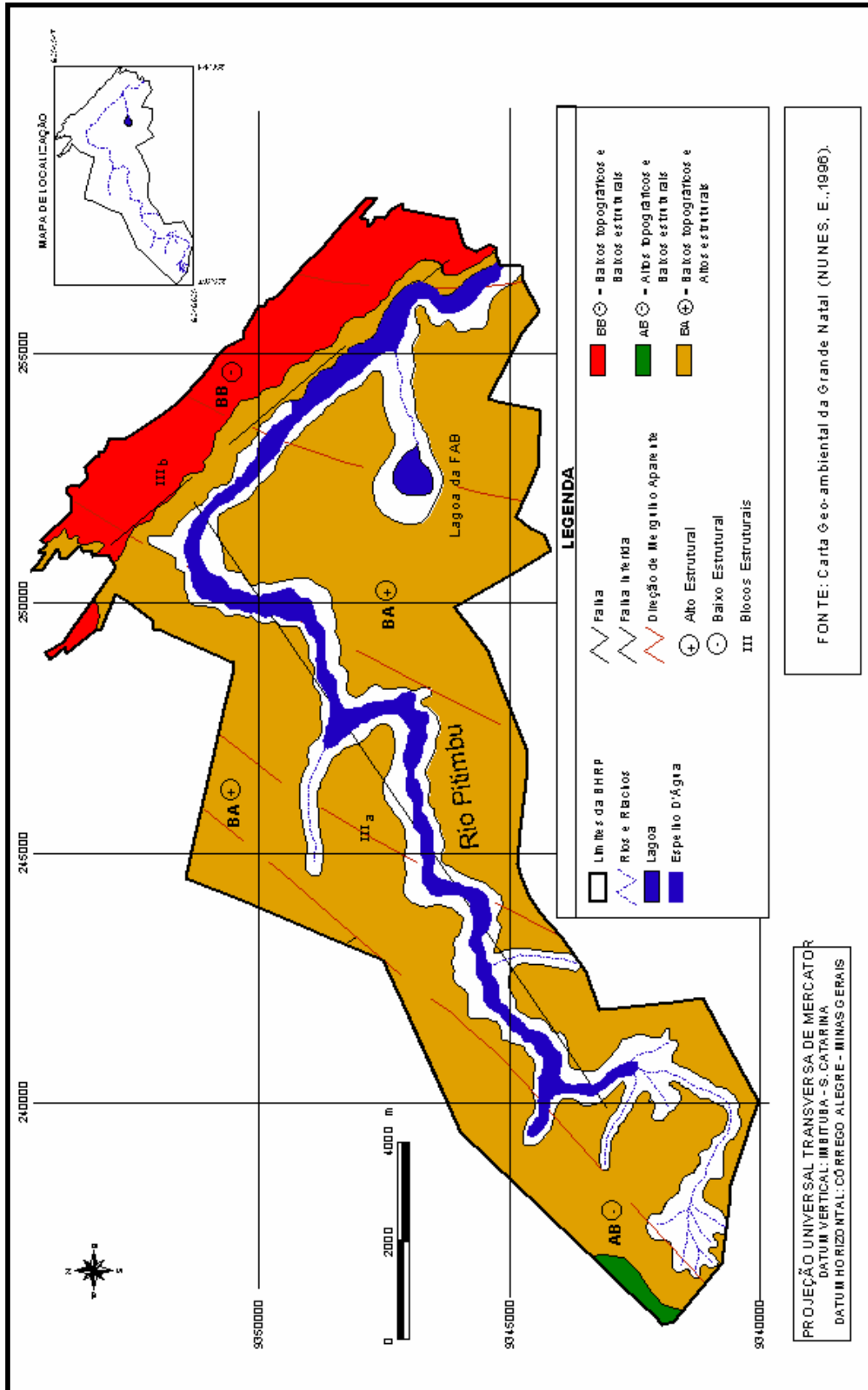


FIGURA 5.01: Carta Geo-ambiental da BHRP.

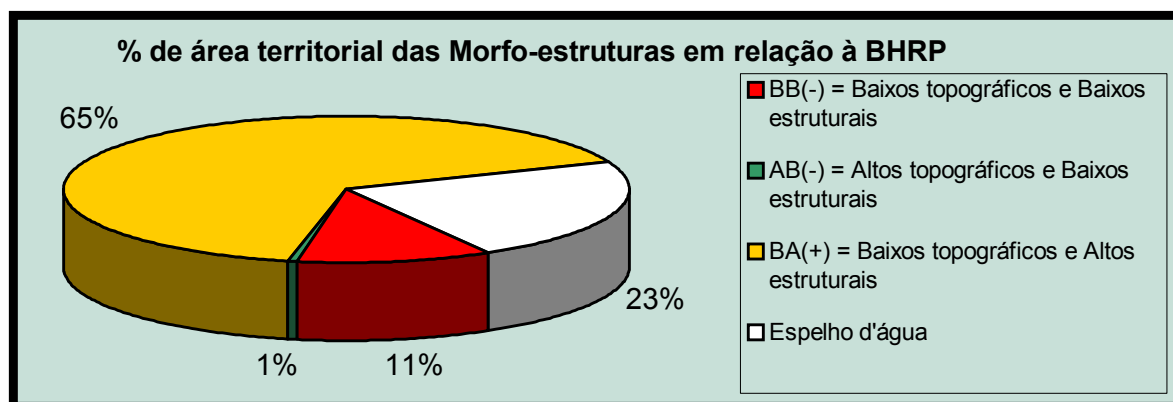


GRÁFICO 5.01: Percentual de área territorial das Morfo-estruturas em relação à BHRP.

Segundo NUNES (1996), o bloco III, onde está inserida a BHRP, apresenta-se com baixos topográficos e baixos estruturais (BB) na costa litorânea, onde a paisagem pertence ao domínio geo-ambiental litorâneo-eólico, com representatividade das coberturas de alteração intempérica latossolizada, arenosa quartzosa e arenosa quartzosa podzolizada. Essa paisagem demonstra fortes limitações para usos diversos, por ter o lençol freático muito superficial apresentando lagoas perenes, além do aforamento do mesmo nas áreas mais rebaixadas, dando formação às lagoas temporárias.

Expõe que os baixos topográficos e baixos estruturais (BB) são domínios inadequados para implantação de aterros sanitários, cemitérios, fossas sépticas, lagoas de rejeitos industriais, lagoas de captação e infiltração de águas pluviais e construção de estradas e habitações. Essa inadequabilidade decorre das coberturas de alteração serem predominantemente arenosas, com circulação de água alta direcionada e fácil infiltração, sendo o lençol freático bastante superficial nestas áreas, o que provoca a contaminação das águas subterrâneas, conforme foi constatado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), em 1982; e AQUAPLAN/CAERN, 1988, através de análise de águas de poços que abastecem a cidade do Natal. Tem uso restrito/inadequado à mecanização agrícola, e uso restrito a obras enterradas e como fonte de empréstimo de material para a construção civil (areia e argila). A exploração de materiais destinados à construção civil - areia, nas dunas recentes, e argila, nos vales fluviais- poderá ser feita em áreas previamente escolhidas e fiscalizadas por órgão competente, para que não haja degradação ambiental.

Os baixos topográficos e altos estruturais (BA), nos quais encontram-se as planícies sedimentares médias e baixas, com cobertura de alteração latossolizada, cobertura arenosa podzolizada, associação de coberturas arenosas e latossolizadas, e associações de coberturas latossolizadas e arenosas, apresentam limitações de uso restrito a inadequado à implantação

de cemitérios, fossas sépticas, aterros sanitários, lagoas de rejeitos industriais e lagoas de captação e infiltração de águas pluviais. Nessas planícies a inadequação desses usos se dá em virtude dessas coberturas serem friáveis, bastante espessas e bem drenadas, com o lençol freático bastante superficial, podendo ocorrer a contaminação, caso medidas técnicas de tratamento destes rejeitos e dejetos, e de impermeabilização de base do subsolo, através de concreto, não forem adotadas. O uso da mecanização é restrito, sujeito a erosão moderada, e uma circulação de água alta à média, o que determina a imediata recarga do aquífero semiconfinado, razão pela qual não deverão ser colocados efluentes sólidos ou líquidos, já que devem provocar a contaminação inevitável do aquífero. As condições geo-ambientais são adequadas para a construção de estradas, edificações e obras enterradas por causa das coberturas de alteração serem predominantemente espessas e arenosas, onde são largamente utilizadas como área fonte de material para construção civil (barreiros). Podem ser retiradas quantidades de materiais para sub-base de estradas, bem como para construção civil, desde que haja monitoramento adequado com recomposição da área.

Nunes (1996) explica ainda que nos blocos II e III ocorrem os altos topográficos e baixos estruturais (AB), no domínio geo-ambiental das planícies sedimentares médias e baixas, com cobertura de alteração intempérica latossolizada e cobertura de alteração podzolizada. Como também no domínio geo-ambiental das colinas cristalinas, com cobertura de alteração podzolizada e litólica. As colinas cristalinas possuem embasamento cristalino granítico, sendo adequado como fonte para a exploração mineral para a construção civil (pedreiras), desde que medidas de controle ambiental sejam estabelecidas, através do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). O uso da mecanização é restrito, com riscos de erosão moderada a forte, podendo ocorrer a compactação da cobertura de alteração, devido a presença de argilas. São também adequados à construção de estradas devido a sua litologia granítica, muito embora tenham seu uso restrito quanto a execução de obras enterradas. Ressalta que tais obras devem ser orientadas segundo suas morfo-estruturas. Esse domínio tem uso adequado para a deposição de efluentes líquidos e sólidos, fossas sépticas, cemitérios e aterros sanitários. A baixa permeabilidade da cobertura de alteração e o substrato rochoso favorecem tais usos, sem que haja riscos de contaminação dos aquíferos, devendo haver cuidados técnicos com as áreas próximas aos rios, ou zonas limítrofes de rochas cristalinas com o material sedimentar da Formação Barreiras.

5.1.2 As cartas Inventário e de Intervenções Pontuais da BHRP

A Carta Inventário da BHRP (FIGURA 5.02) é o produto da compilação e recompilação de informações cartográficas obtidas nos diversos órgãos governamentais, em suas três esferas. Essas informações são bases de dados impressas e/ou digitais que passaram por um posterior tratamento gráfico de rasterização, georeferenciamento, vetorização e reambulação, quando necessário, dessas informações, resultando na apresentação (demonstração) do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Pitimbu.

Ressalta-se que fora efetuado o recorte com a delimitação da BHRP nas áreas disponíveis nos diversos documentos cartográficos supramencionados, conforme explicitado na metodologia da presente dissertação.

Considera-se oportuno apresentar alguns dados obtidos nessa carta, os quais subsidiarão as discussões esperadas (GRÁFICOS 5.02, 5.03 e 5.04).

A Carta de Intervenções Pontuais na BHRP (FIGURA 5.03), por sua vez, incumbi-se de apresentar as intervenções na bacia em tela, com um maior nível de detalhes, buscando-se pontuar as ações humanas adversas junto à BHRP, identificadas a partir de levantamento de campo, registrando-se o posicionamento global de cada ponto, dentre outras observações efetuadas.

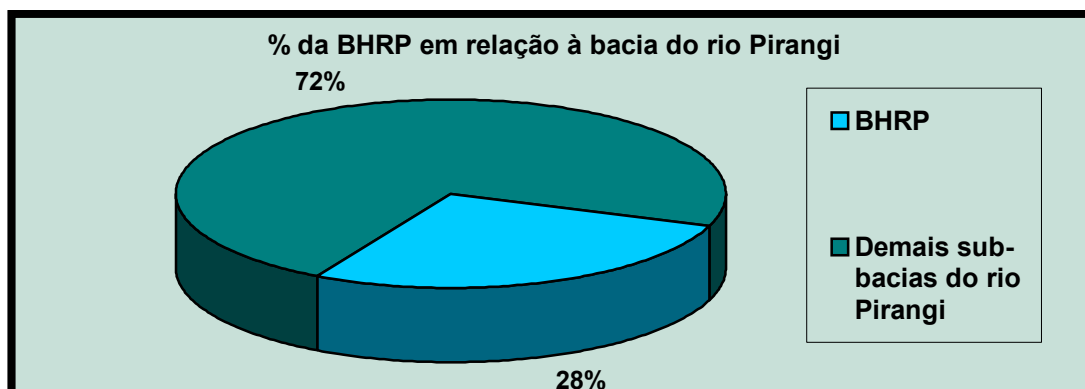


GRÁFICO 5.02: Percentual de área territorial da BHRP em relação à bacia hidrográfica do rio Pirangi.

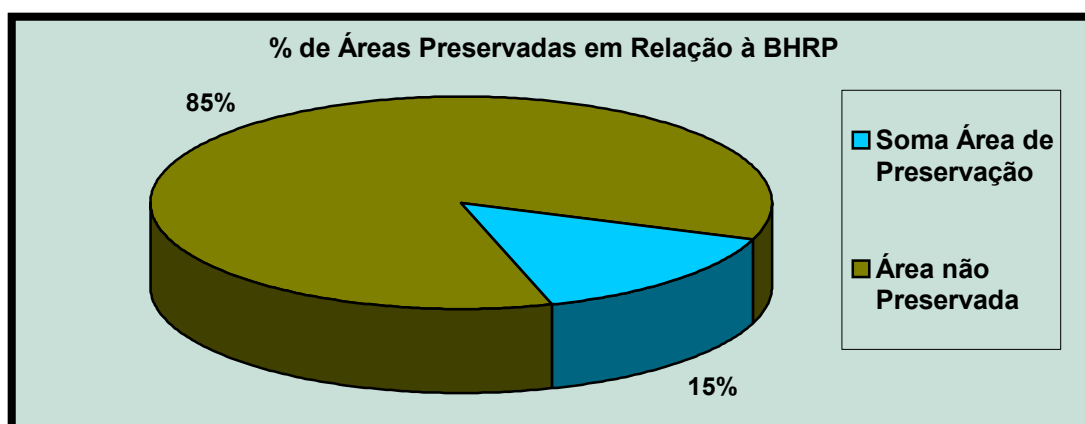


GRÁFICO 5.03: Percentual de áreas territoriais preservadas em relação à BHRP.

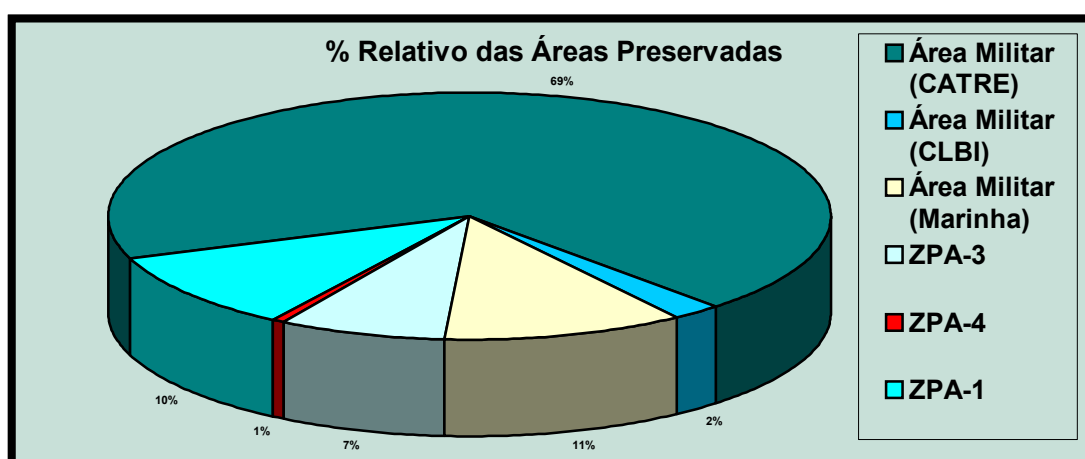


GRÁFICO 5.04: Percentual relativo de áreas territoriais preservadas na BHRP.

5.1.3 Modelo aplicado à cartografia

Conforme proposto na metodologia deste trabalho, o modelo aplicado à cartografia (FIGURA 5.04) permite a elucidação esquemática do desenrolar da análise do estado ambiental da BHRP, pondo em confronto a vocação ambiental de uso e ocupação do solo proposta por Nunes (1996) com as atividades desenvolvidas na bacia em epígrafe, a partir da superposição das cartas Geo-ambiental, Inventário e de Intervenções Pontuais.



FIGURA 5.04: Modelo da análise do estado ambiental da BHRP

5.2 Análise da degradação ambiental da BHRP imposta pelos municípios integrantes da mesma

5.2.1 Intervenções na BHRP

As intervenções na BHRP não diferem, em termos gerais, daquelas encontradas nas diversas bacias hidrográficas que formam cursos d'água onde a ocupação humana ocorre de forma desordenada.

Entretanto, dada a importância desse manancial para a manutenção e melhoria da qualidade de vida da população que direta ou indiretamente se utiliza desse bem natural, cabe aqui descrever os principais tipos de ação que estão proporcionando uma degradação contínua dessa unidade ambiental, vislumbrando-se disponibilizar informações que subsidiem um

macrozoneamento da área que promova um desenvolvimento da sociedade envolvida, numa perspectiva de sustentabilidade, contribuindo, desse modo, para a conservação dessa bacia.

O trabalho de campo, com destaque para o caminhar ao longo de todo leito maior desse rio, permitiu a constatação das seguintes ações na bacia hidrográfica em foco:

- barramentos construídos para contenção de água, desprovidos de projeto de Engenharia;
- exploração d'água indiscriminada para irrigação e outros fins, uso de praguicidas em plantações diversas, notadamente naquelas insertas na planície de inundação do rio, sem qualquer orientação técnica;
- pecuária de gado bovino e suíno à margem do rio;
- queimada da vegetação nativa;
- supressão da mata ciliar e de outras coberturas vegetais pertencentes à áreas de recarga do aquífero livre responsável pela perenidade do rio, concorrendo para o aumento do processo erosivo em suas margens, culminando com o assoreamento de trechos desse rio;
- retirada de sedimentos para comercialização e implantação de edificações e empreendimentos;
- deposição de resíduos sólidos (Lixo) e líquidos de origem doméstica e industrial na bacia e no próprio rio Pitimbu;
- encaminhamento das águas oriundas da drenagem urbana e de rodovias para o rio e áreas circunvizinhas;
- lavagem de roupas, banho de pessoas (lazer) e de animais em diversos pontos do rio, contaminando a água, contribuindo para a elevação do nível de nutrientes, provocando o contínuo processo de eutrofização desse manancial;
- Expansão urbana desenfreada e implantação de indústrias em locais impróprios.

Nesse contexto, deve-se ainda mencionar que Costa (1995) constatou que em 1979 a bacia em relevo apresentava-se com cerca de 51,4% de sua área ocupada por atividade humana. A agricultura estendia-se próxima aos leitos do rio, onde o solo apresenta-se com alta fertilidade natural e com umidade constante, bem como algumas áreas em pousio³⁷ e reflorestamento, onde eram cultivados coqueiros, cajueiros e eucaliptos. Os loteamentos, sítios urbanos e estradas também ocupavam significativamente a área. No entanto, de todas as ocupações existente naquela época, era a agricultura que tinha maior representatividade, ocupando uma área de 4.553ha, que, segundo a autora, configurava-se um quadro que, até certo ponto, era coerente com a aptidão agrícola da área.

A vegetação nativa como a restinga, característica de áreas de formação pioneira, ocupava cerca de 830ha na porção oriental da bacia em 1979. A savana florestada densa, com 1.130ha, apresentava-se em manchas próximas ao leito do rio principal, de sua porção

mediana até próximo à foz. A savana florestada aberta, por sua vez, era a mais significativa, com 4.220ha, ocupava as áreas de tabuleiros, desde a porção ocidental, até a porção leste da bacia.

No período entre 1979 e 1988, verificou-se que a vegetação nativa da bacia sofreu uma redução na área de ocorrência em cerca de 744ha. A savana florestada aberta, característica de Tabuleiros Costeiros e que ocorre principalmente nas áreas planas onde predominam os Latossolos, sendo portanto terrenos propícios à expansão urbana, foi a vegetação que sofreu maior destruição, com cerca de 587ha.

Costa (1995) destaca que agricultura era a principal ocupação da bacia em 1979, respondendo por cerca de 35,7% da área. Em 1988 a área agrícola foi reduzida em 1.195ha, passando a ocupar 26.400 da área da bacia. Por outro lado, os desmatamentos, áreas em pousio, os loteamentos e os sítios urbanos expandiram-se significativamente. Juntas, essas atividades ocupavam cerca de 1.987ha em 1979.

Em 1988, essas mesmas atividades ocupavam 3.926ha, o que significa uma expansão de cerca de 98% de área ocupada. Embora ocupando área relativamente pequena, os sítios urbanos foram os que experimentaram maior crescimento, em cerca de 195%, no período de nove anos, notadamente na cidade de Parnamirim. Ressalta que “estes dados revelam um processo de transformação nas características ocupacionais da microbacia” (COSTA, 1995, p. 18). Uma área que, até o início da década de 1980, estava voltada, principalmente, para a atividade agrícola, começa a ceder lugar aos processos de urbanização. A ocupação do solo a perder mais área para a urbanização durante o período analisado não foi a vegetação nativa e sim a agricultura. Mesmo assim, a destruição da vegetação nativa atingiu números significantes, da ordem de 23ha por ano.

De acordo com a carta de uso e ocupação do solo do Estado do Rio Grande do Norte (SERHID, 1998), a BHRP apresenta atualmente a seguinte disposição de uso e ocupação do solo (FIGURA 5.05): Vegetação de Tabuleiro, Vegetação Antropizada de Tabuleiro, Mata Antropizada, Mata Nativa, Área Urbana e Agricultura, cujos percentuais de área em relação à bacia são: 5, 62, 12, 8, 6 e 7, respectivamente (GRÁFICO 5.05).

³⁷ Pousios são terras abandonadas logo após a colheita e/ou desmatamento (COSTA, 1995).

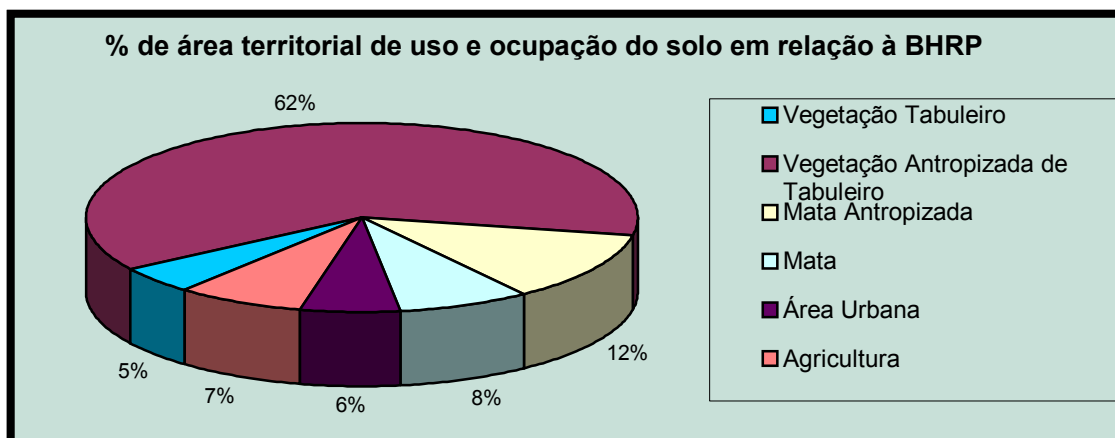


GRÁFICO 5.05: Percentual de área territorial de uso e ocupação do solo em relação à BHRP.

Objetivando garimpar informações mais detalhadas a respeito das atividades desenvolvidas na BHRP e suas conseqüências ambientais de forma sistematizada, serão descritos, a seguir, os papéis exercidos pelos municípios integrantes dessa bacia, através de sua setorização, conforme proposto na metodologia.

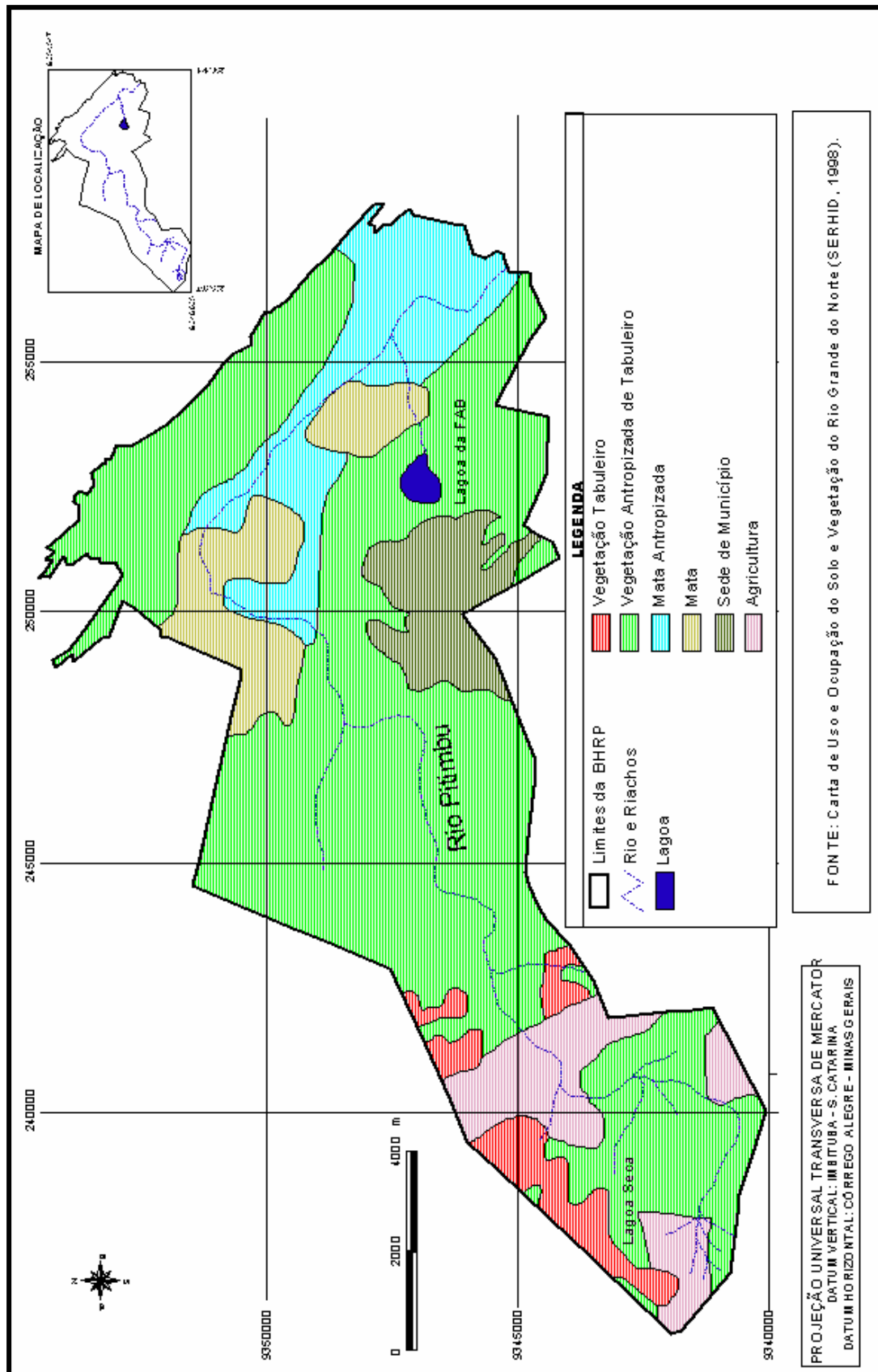


FIGURA 5.05: Carta de Uso e Ocupação do Solo da BHRP.

5.2.2 O papel exercido pelo Município de Macaíba na BHRP

A área da BHRP que pertence ao Município de Macaíba é igual a 54,74km², correspondendo à 43% da bacia.

Há, nessa área, um predomínio da atividade rural, caracterizada pela agricultura de subsistência desenvolvida na planície de inundação e nos terraços pertencentes ao leito maior do rio Pitimbu, bem como pela agricultura que emprega a irrigação³⁸ desprovida de planejamento e acompanhamento técnico, cuja finalidade primeira é a produção e comercialização de frutas, principalmente para a capital do Estado.

Como exemplo, pode-se citar a Fazenda Lagoa Seca, de propriedade do Dr. Edilson Dantas, a qual está inserida na localidade de mesmo nome, no Município de Macaíba, com aproximadamente 300ha. Ressalta-se que essa fazenda fica a aproximadamente 2km à jusante da nascente do rio Pitimbu.

Foi encontrado no local cultivo de algumas espécies de plantas destinadas à alimentação dos próprios moradores e à comercialização do excedente ali produzido. Destaca-se, nesse cenário, a existência de um intenso cultivo de mamão Havaí irrigado. Para tal finalidade foi construído um barramento de terra com um vertedouro em alvenaria que encontra-se em perfeitas condições, formando um açude de considerável espelho d'água (FIGURAS 5.06 e 5.07).

A vegetação predominante é antrópica (secundária), composta por Mandioca, Mamão Havaí, Batata Doce, Feijão-de-Macassar, em 20ha de agricultura irrigada, além de fruteiras, como cajueiro e mangueira. Quanto à vegetação nativa, pode-se encontrar Camboin, Ubaia-doce, Ameixa-brava, Maçaranduba, Mangaba, Guajiru, dentre outros.

³⁸ Denomina-se irrigação o conjunto de técnicas destinadas a deslocar a água no tempo ou no espaço para modificar as possibilidades agrícolas de cada região. A irrigação visa corrigir a distribuição natural das chuvas. Salienta-se que os principais impactos ambientais possíveis devido ao uso da irrigação são: modificação do meio ambiente, consumo exagerado da disponibilidade hídrica, contaminação dos recursos hídricos, salinização do solo e problemas de saúde pública (LIMA; FERREIRA; CHRISTOFIDES, 1999).



Foto: Waldemir Santiago (09/12/2000).

FIGURA 5.06: Fazenda Lagoa Seca – Comunidade de Lagoa Seca – Macaíba/RN - Panorâmica do açude – Ao fundo, casa sede da Fazenda.



Foto: MPP, Frederico Fonseca (23/12/2000).

FIGURA 5.07: Fazenda Lagoa Seca - Município de Macaíba/RN – Vista do sangradouro do barramento do açude no rio Pitimbu.

Vale salientar que fora constatado nessa e em outras fazendas da região o uso indiscriminado de produtos químicos (Praguicidas) na agricultura irrigada, notadamente naquelas inseridas na planície de inundação do rio, sem qualquer critério técnico. Depoimentos revelam que trabalhadores rurais apresentam sintomas característicos de problemas de saúde relacionados ao contato direto com esses produtos sem a devida proteção (náusea, regurgitação, cefaléia, dores abdominais e hipersensibilidade aos defensivos agrícolas) (informação verbal).

Sabe-se da importância dos fitossanitários para se conseguir alimentos em larga escala. Por outro lado, não se pode ignorar que estes indispensáveis benefícios também trazem consigo riscos, que devem ser medidos e podem ser minimizados pela adoção de técnicas adequadas de uso e manipulação.

Afiguram-se, do acima exposto, dois importantes aspectos a tratar: o primeiro diz respeito ao uso excessivo de água na irrigação, implicando na disponibilização quantitativa de água para os demais usuários. Sabe-se que essa prática já representa cerca de dois terços do consumo mundial de água captada de rios e poços a cada ano, destacando-se, nesse cenário, a perda significativa desse bem natural pela ineficiência e ineficácia da maioria dos sistemas de irrigação empregados nos países em desenvolvimento.

Nesse sentido, percebe-se que a escala das atividades humanas atingiu um nível que tem levado ao limite a utilização dos recursos hídricos. Como exemplo relativo às águas subterrâneas, tem-se que “uma das razões principais para o crescimento explosivo do uso de água subterrânea, desde 1950, foi a expansão dramática na agricultura irrigada” (SAMPAT, 2001, p.24).

O segundo, diz respeito aos problemas na qualidade da água decorrentes de práticas agrícolas caracterizadas por técnicas de cultivo e irrigação pobres e o uso excessivo de pesticidas e herbicidas, as quais têm provocado uma disseminada degradação do solo e contaminação da água, com conseqüências danosas à saúde humana. Os pesticidas geram problemas de bio-acumulação na cadeia alimentar, enquanto que os fertilizantes contribuem para a aceleração do processo de eutrofização dos corpos aquáticos, notadamente os lânticos.

Destacando-se o problema da influência dos pesticidas na saúde humana, Sampat (2001, p.34) exemplifica relatando que “combinações de pesticidas aumentavam a incidência de anomalias fetais nos filhos dos borrifadores de pesticidas”.

É importante mencionar que, a jusante de fazendas que se utilizavam defensivos agrícolas, foi observado em um trecho do rio Pitimbu a forte presença de plantas aquáticas (Ninféáceas) que, segundo Varela (2001)³⁹, são indicadoras do processo de eutrofização, podendo ser natural ou antrópica, suscitando a possibilidade provir do carreamento desses produtos agrícolas pela água de irrigação ou de chuva (informação verbal).

³⁹ Adalberto Varela é Biólogo e pesquisador - Professor do Centro de Biociências -Departamento de Microbiologia e Parasitologia- da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Informações prestadas em entrevista semi-estruturada (2001).

As atividades e conseqüências ambientais supramencionadas merecem atenção, tendo em vista que poderão trazer sérios prejuízos à saúde da população envolvida. Entretanto, consideram-se como ações mais impactantes na área em análise, os barramentos construídos no leito do rio Pitimbu e a implantação do Centro Industrial Avançado do Rio Grande do Norte (CIA/RN) em uma área de preservação permanente.

Foram identificados 22 barramentos ao longo do rio Pitimbu, 20 dos quais encontram-se no Município de Macaíba, correspondendo a 91% do total. São obras de engenharia destinadas a acumulação de água para irrigação (açudagem - 9 unidades), bem como para outros fins (11 unidades), como exemplo: a construção de passagens de nível em estradas que cruzam o rio Pitimbu, em que, na grande maioria dos casos, interferem consideravelmente em seu curso normal.

Ademais, observou-se que os barramentos foram construídos sem o devido respaldo técnico de engenharia, principalmente aqueles que objetivam a acumulação de água para utilização na irrigação e em outras atividades afins.

Convém destacar que o uso indiscriminado dessa água tem provocado conflitos entre os usuários desse rio por apresentar escassez de água em terras que ficam à jusante de um determinado barramento, agravando-se esse quadro, quando do período menos favorável de precipitação pluviométrica na área, acrescentando-se que o Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934, o Código das Águas (com força de lei) diz que “a ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que consome, em prejuízo de terceiro”, estando sujeito a penas de multa, reparação por danos e impõe responsabilidade criminal para o ato.

Esse modelo de intervenção, carente de planejamento técnico, possibilitou o rompimento de uma barragem de terra para açudamento que, pelo efeito cascata, provocou o rompimento de uma passagem de nível que localizava-se a jusante da mesma, quando do aumento da precipitação pluviométrica no ano de 2000 (FIGURAS 5.08 e 5.09). Esse evento gerou diversos problemas à jusante desses pontos, notadamente no que diz respeito ao transporte de sedimentos e de outros materiais sobrenadantes que chegaram a alcançar a lagoa do Jiqui, degradando a qualidade da sua água.

Esse fato pode ser constatado através da matéria jornalística veiculada em um jornal da cidade de Natal, cujo título é “Falta d’água na segunda feira, em Natal, foi por motivo de sujeira” (FALTA, 2000). O conteúdo dessa matéria revela que o nível de cor da água chegou à 450uH e de turbidez a 260uT. Segundo o Diretor de operações e Desenvolvimento Técnico

da CAERN, Valmir Melo da Silva, “Nenhuma estação do mundo tem condições de tratar uma água com esses níveis”.



Foto: Aldan Borges (10/12/2000).

FIGURA 5.08: Fazenda Novo Horizonte - Panorâmica do rompimento da barragem no rio Pitimbu ocorrido em junho de 2000.



Foto: MPP, Jô Carvalho (10/12/2000).

FIGURA 5.09: Macaíba/RN – Ponte de Vigário – Rio Pitimbu - Visão do estado físico local após o rompimento ocorrido em julho do ano de 2000.

É importante ressaltar nesse contexto que, através de observações efetuadas em fotografias aéreas (Escala 1:5.000, 1999) e em campo, pode-se verificar que a lagoa do Jiqui vem sofrendo um processo de assoreamento, notadamente no trecho de desembocadura do rio Pitimbu. Esse assoreamento é atribuído a fatos semelhantes ao acima descrito e, principalmente, ao processo de erosão desenvolvido ao longo das margens do rio Pitimbu pela supressão da mata ciliar.

IncurSIONANDO-se ainda nessa temática, é importante revelar que na década de 80 pôde-se testemunhar problemas de inundação permanente no leito maior do rio Pitimbu em um trecho que fica a montante de Ponte Velha. Constatou-se naquela oportunidade que a geratriz inferior da tubulação instalada na passagem de nível existente na BR-101 encontrava-se acima do nível esperado, reduzindo significativamente a vazão do rio.

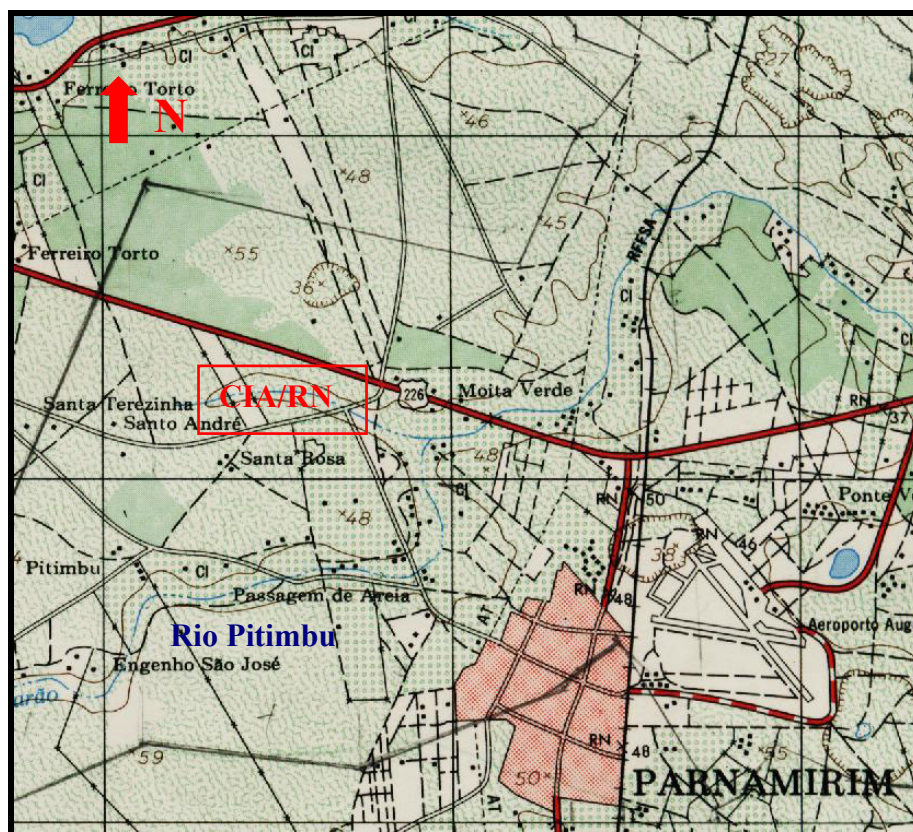
Esse fato trouxe por um longo período de tempo transtornos e prejuízos à população que se utilizava da área de várzea para desenvolver sua agricultura, além de alterar as condições naturais de comportamento hídrico desse rio, comprometendo o equilíbrio desse ecossistema. Constata-se, portanto, que a ação do Estado não se revestiu de cautela, mostrando o descaso com que as instituições públicas responsáveis por essa questão tratam desse importante manancial.

Eleita como a segunda e não menos importante que a primeira intervenção adversa na bacia hidrográfica do rio Pitimbu em Macaíba em análise, encontra-se a construção do Centro Industrial Avançado do Rio Grande do Norte (CIA/RN).

Criado pela lei estadual nº 7.007/97, sua implantação é justificada pelo crescimento da economia do Rio Grande do Norte e da conseqüente expansão do setor secundário, culminando com a necessidade da criação de indústrias⁴⁰ para atender à demanda *desenvolvimentista*. Nesse sentido, uma das áreas criadas foi o Centro Industrial Avançado, estando próximo à capital do Estado.

O CIA/RN está localizado no Município de Macaíba, a 22km de distância de Natal. Está assentado em um nicho formador do rio Pitimbu que se revela como principal contribuinte desse rio. Esse afluente inicia-se à montante desse centro industrial e estende-se por 3km, aproximadamente, até a confluência com o rio principal, constituindo-se em uma área de fragilidade ambiental (FIGURA 5.10).

⁴⁰ A previsão dos tipos de indústrias que pretendem se instalar no CIA, são voltadas para a atividade têxtil, confecções, cosméticos, química de beneficiamento de minerais, processamento agro-industrial, de produtos alimentícios e bebidas. No entanto, as indústrias que até o presente momento manifestaram interesse para se instalarem no CIA foram: indústrias têxtil, química de essências aromáticas, marmoraria e de alimentos.



Fonte: Brasil. DSG, 1983.

Adaptação: Borges, 2001.

FIGURA 5.10: Localização do CIA/RN.

Esse centro industrial ocupa uma área aproximada de 200ha, correspondendo a 1,58% da BHRP, delimitada pelas coordenadas UTM de 244 a 248km de latitude Sul e 93.480 a 93.450km de longitude oeste. Essa delimitação foi definida para identificar a área de influência direta e indireta desse complexo industrial, com o objetivo de diagnosticar os impactos ambientais decorrentes da implementação do empreendimento com essa envergadura, principalmente no que concerne à Geomorfologia, Geologia, Pedologia, cobertura vegetal, uso e ocupação do solo (FUNPEC, 1998).

Compreende-se que um empreendimento dessa natureza promove consideráveis modificações ambientais, formando assim uma cadeia de impactos induzidos a partir da relação causa e efeito, principalmente estando assentado sobre uma área de grande fragilidade ambiental, referindo-se a um nicho formador do rio Pitimbu, que contraria a Legislação Ambiental vigente, tal com pode ser visto a seguir:

Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal).

Artigo 2º – Consideram-se de preservação permanente pelo efeito só desta lei as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

Alínea a – ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

Inciso I – de 30 (trinta) metros para cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

Alínea c - nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados 'olhos d'água', qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura.

Resolução CONAMA Nº 004, de 18 de setembro de 1985.

Artigo 3º – São reservas ecológicas:

Inciso I - ao longo dos rios ou de qualquer outro corpo d'água, em faixa marginal além do leito maior sazonal medida horizontalmente, cuja largura mínima será:

- de cinco (5) metros para rios com menos de dez (10) metros de largura.

Inciso III - nas nascentes permanentes ou temporárias, incluindo o olho d'água e veredas, seja qual for sua situação topográfica, com faixa mínima de cinquenta (50) metros e a partir de sua margem, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia de drenagem contribuinte.

O trabalho de campo permitiu verificar que as intervenções estabelecidas com a implementação do CIA têm promovido consideráveis transformações nos condicionantes físicos ambientais de ordem qualitativa e quantitativa no principal contribuinte do rio Pitimbu, podendo culminar com o comprometimento do abastecimento d'água para a cidade de Natal, visto que, ao provocar um desequilíbrio nas variáveis clima, relevo, hidrografia, solo e vegetação, há uma irreversível descaracterização ambiental.

Constatou-se, nesse local, dentre outras ações impactantes, a presença de aterros para a construção de indústrias pertencentes ao CIA, bem como para a construção das avenidas constantes em seu partido urbanístico. Esse fato tem promovido um acúmulo de águas pluviais em determinadas áreas, em função do processo de barramento.

Cabe ressaltar que, em função da não instalação das respectivas indústrias e da não proteção dos taludes, foi verificado um processo erosivo, o qual carrega sedimentos para o álveo do contribuinte, provocando um contínuo assoreamento. Encontrou-se, também, a tubulação coletora do sistema de tratamento de efluentes industriais líquidos biológicos, o qual fica no leito menor do contribuinte em apreço. Percebe-se que esse fato põe o lençol freático retro-alimentador desse curso d'água em risco de contaminação, na medida em que

fica vulnerável ao recebimento de efluentes líquidos provenientes de vazamentos ou quaisquer outros acidentes que por ventura venha a ocorrer (FIGURAS 5.11 a 5.13).



Foto: Ana Claudia Ventura (11/2001).

FIGURA 5.11: CIA/RN - Barramento de terra - Avenida do partido urbanístico do CIA/RN - Cruzamento com o leito menor do Principal Contribuinte do rio Pitimbu - Passagem de nível - Interrupção parcial do fluxo superficial de água do Principal Contribuinte do rio Pitimbu nos períodos mais favoráveis de precipitação pluviométrica.



Foto: Aldan Borges (11/2001).

FIGURA 5.12: CIA/RN - Caixa de visita da tubulação coletora do Esgotamento Sanitário Industrial no leito menor do Principal Contribuinte do rio Pitimbu.



Foto: Aldan Borges (11/2001).

FIGURA 5.13: CIA/RN - Barramento de terra - Aterro para implantação de uma indústria, transversal ao leito menor do Principal Contribuinte do rio Pitimbu, com altura aproximada de 4,0m - Interrupção parcial do fluxo superficial de água do Principal Contribuinte do rio Pitimbu nos períodos mais favoráveis de precipitação pluviométrica - Erosão (Voçorocas) – Assoreamento.

Incursionando-se ainda nessa questão, o estudo realizado por Borges *et al.* (1999), o qual está voltado para a realização de uma análise dos impactos ambientais provenientes da implantação do Sistema de Tratamento dos Efluentes Líquidos (SITEL)⁴¹, observa que o projeto desse sistema prevê uma localização inadequada das lagoas de tratamento, as quais encontram-se na área de influência direta (leito do contribuinte), trecho de maior repercussão de impactos, promovendo alterações nos meios físico, biológico e antrópico.

Ressaltam que o maior impacto provocado por esse sistema para tratamento de efluentes líquidos se dará na bacia do rio Pitimbu, sobretudo por estar prevista a instalação das três lagoas de tratamento - primeira do tipo Lagoa Aerada Aeróbia, a segunda, Lagoa Aerada Facultativa e, a terceira, Lagoa de Polimento/Decantação - sobre o talvegue formador desse contribuinte (zona aluvional – planície aluvionar), quando da fase de construção dessas lagoas (FIGURA 5.14).

⁴¹ Esse sistema é parte integrante do CIA/RN, com 7,0ha de área (correspondente a 3,5% da área do CIA/RN), percorrendo todo o seu trajeto (desde os pontos de coleta dos efluentes industriais, rede de tubulações coletoras, estações elevatórias, lagoas de tratamento, tubulação de transporte e lançamento final no Rio Jundiá).



Foto: Aldan Borges (10/1999).

FIGURA 5.14: CIA/RN - Barramento de terra - Aterramento do álveo do Principal Contribuinte do rio Pitimbu para instalação das lagoas do SITEL - Interrupção total do fluxo superficial de água do Principal Contribuinte do rio Pitimbu nos períodos mais favoráveis de precipitação pluviométrica.

Constata-se, ainda, no trabalho supramencionado que o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do CIA não contemplam um projeto de drenagem interna. Indicam apenas a passagem de um canal de drenagem na planta do loteamento e locação das indústrias, o que foi interpretado pelos autores como sendo direcionado para o álveo do contribuinte do rio Pitimbu. Isso é visto como uma

omissão [...] por demais preocupante, face constituir o local reservado para o tratamento dos efluentes líquidos industriais neste estudo, como de risco aos recursos hídricos, uma vez que encontra-se associado à fragilidade ambiental do leito do riacho, e ao uso normalmente dado ao sistema de drenagem como receptor de águas servidas, que no caso, são oriundas da higiene das instalações industriais, sem se remeter que o **Rio Pitimbu cumpre uma função social vital - constitui fonte de abastecimento d'água para consumo humano e portanto, deve ser preservado de riscos desnecessários** (BORGES *et al.*, 1999, p. 144-145, grifo nosso).

Recomendam a inversão do sentido da drenagem para áreas da bacia hidrográfica do rio Potengi. Ressaltam ainda que esse sistema deve atender a medidas técnicas adequadas para que se evite a infiltração de suas águas, ao longo de seu percurso, nos aluviões do contribuinte em apreço. Essa sugestão ratifica as recomendações contidas no EIA/RIMA do CIA.

O estudo enfatiza também que, de todas as alternativas para a localização do SITEL analisadas, a mais inadequada ambientalmente é, justamente, aquela adotada pelo partido urbanístico do CIA, cujo processo de implantação já se encontra em andamento. “Isso requer uma ação constante e severa do controle e da fiscalização do órgão ambiental estadual, no

cumprimento das medidas mitigadoras dos riscos ambientais e na implementação efetiva dos programas de monitoramento das indústrias e do SITES” (BORGES *et al.*, 1999, p. 145). Concluem que a alternativa locacional recomendada como menos impactante para o assentamento do sistema de lagoas é a alternativa localizada no terraço flúvio-estuarino, adjacente à planície de mangues do rio Jundiá-Potengi.

Avaliando-se o estado ambiental da área ocupada pelo CIA, percebe-se que ao longo do trecho do Contribuinte em que há uma interferência humana mais acentuada, é perceptível a ausência de vegetação, aterramento do leito menor e maior do rio, quer seja por construção de aterros para implantação de indústrias e avenidas, quer seja por assoreamento. Isso contribui, portanto, para a intermitência do escoamento superficial das águas. Cumpre destacar, entretanto, que as fotografias aéreas de 1969 (FIGURA 5.15) revelam que a área em apreço apresentava uma umidade significativa, inclusive, mostra-se perene em grande parte de seu curso.

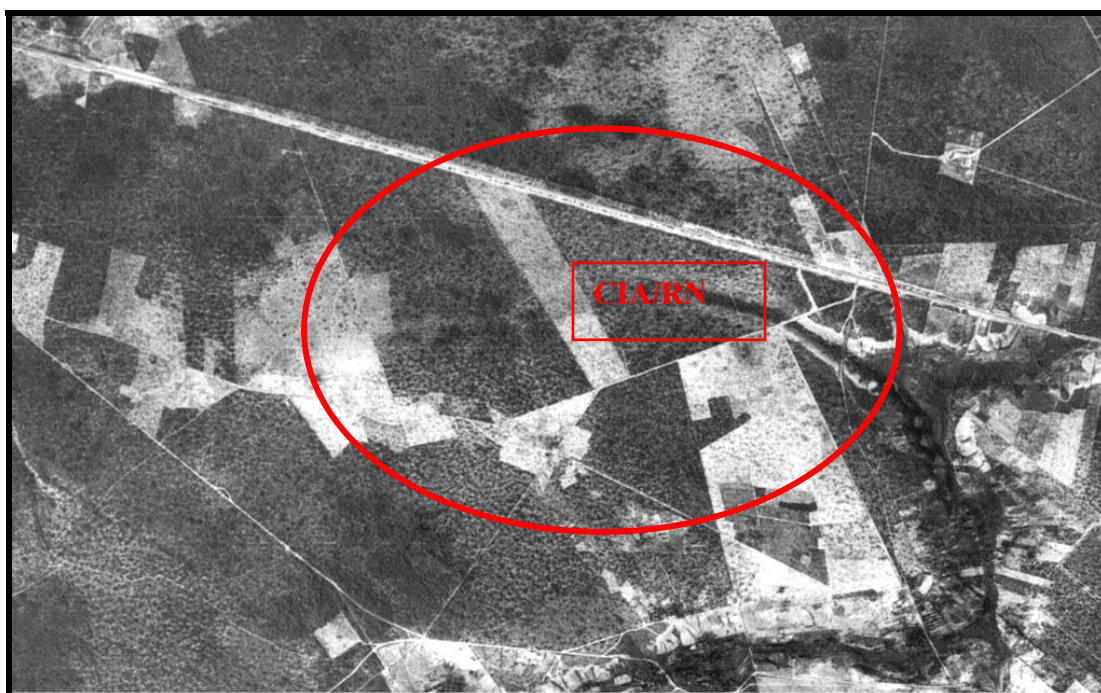


Foto: Cruzeiro de Sul – Faixa 108 – Escala: 1:70.000, 1969.

Adaptação: Borges, 2001.

FIGURA 5.15: Fotografia aérea do Principal Contribuinte do rio Pitimbu.

Destarte, pode-se asseverar que a tomada de decisão do Estado, enquanto estrutura responsável pelo fomento do desenvolvimento, em implementar um empreendimento dessa envergadura em um ambiente que constitui área de preservação permanente (Leis n^{OS} 4.771/65 e 9.605/98), e, sobretudo, com a relevância sócio-ambiental a qual a área é

detentora, torna explícita sua ação negligente. Não sendo, portanto, uma opção ecologicamente correta, negando desse modo, a perspectiva de se trabalhar a filosofia mundialmente requerida do desenvolvimento sustentável.

Essa decisão governamental mostra-se contraditória, também, por ser de um lado responsável pelo abastecimento público de água da capital do RN e, de outro, contribuir significativamente para a redução da disponibilidade hídrica, na medida em que intervém no principal afluente do rio Pitimbu.

Atenção deverá ser dada às recomendações constantes no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do CIA, o qual atenta para ações mitigadoras dos impactos negativos e considerar as propostas de Borges *et al.* (1999) no tocante ao SITEL. Ademais, que o fato sirva como marco referenciador reflexivo para futuras ações governamentais dessa natureza.

5.2.3 O papel exercido pelo Município de Parnamirim na BHRP

A área da BHRP que pertence ao Município de Parnamirim é igual a 59,65km², correspondendo à 47% da bacia. Destacando-se como o município de maior participação territorial na área objeto de estudo, é o que faz divisa com Macaíba, sendo portanto, o segundo município integrante da BHRP, de montante para jusante do rio Pitimbu.

Um outro dado que se revela como de importância fundamental para a análise proposta é o fato de, além de Parnamirim possuir um maior território na bacia, é o município que tem a maior extensão de margem de rio (36,08km) (GRÁFICO 5.06).

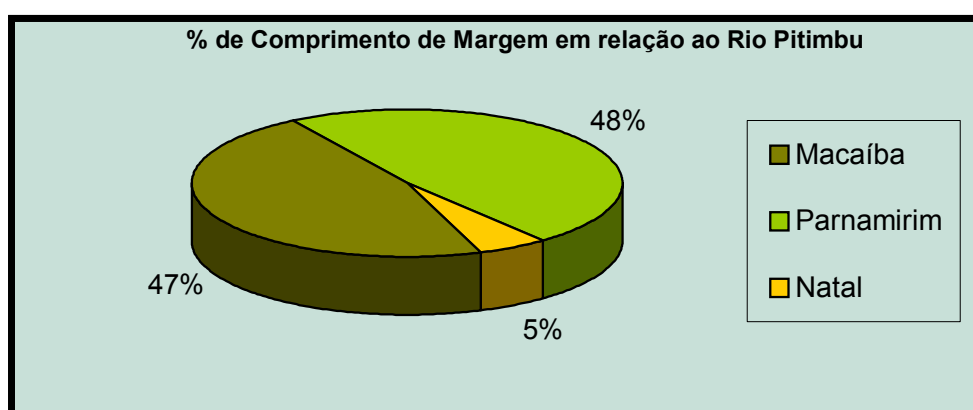


GRÁFICO 5.06: Percentual de comprimento de margem em relação ao rio Pitimbu.

Esse fato deve ser considerado como uma componente importante no elenco de preocupações dos órgãos gestores responsáveis pela questão ambiental, no sentido de acompanhar de perto as ações empreendidas no município em destaque, tendo em vista que esse curso d'água torna-se mais vulnerável a essas atividades, considerando-se que o leito menor e maior desse rio se constitui na unidade da bacia hidrográfica de maior fragilidade ambiental.

Nesse contexto, deve-se assinalar que, apesar de existirem atividades rurais no setor da bacia pertencente à Parnamirim, constata-se que há um predomínio de atividades essencialmente urbanas, agravando-se pelo fato de tratar-se de uma expansão urbana desordenada e desenfreada com a implantação de empreendimentos com características incompatíveis com a capacidade de suporte do ambiente utilizado.

De acordo com SETUR (1999, p. 9),

dispondo de uma população que desenvolve atividade essencialmente urbana, 90,9% do total da população reside em área urbanizada, o acelerado crescimento populacional de Parnamirim, 8,3% no último decênio, contra 2,2% do Rio Grande do Norte no mesmo período, justifica-se como conseqüência do elevado índice de concentração de atividades econômicas no Município, das quais destacam-se a indústria de bebidas, têxtil e o turismo, e também do processo de conurbação com a capital.

Ressalta-se que essas ações vêm ocorrendo de forma desordenada e contínua, com problemas de mau uso ou uso indevido dos recursos naturais, preponderando-se o crescimento econômico em detrimento das questões sócio-ambientais.

Considera-se oportuno salientar que existem duas áreas consideradas como pontos nevrálgicos de expansão urbana que se coaduna com as características supramencionadas, que são os bairros de Nova Parnamirim, localizado na porção nordeste do Município, e o bairro de Passagem de Areia, localizado no núcleo central. O primeiro é integrante do Setor III (S3), área considerada como em processo de consolidação, com predominância habitacional e comercial. O segundo, pertence ao Setor I (S1), área também considerada como em processo de consolidação, no entanto, com predominância habitacional.

Convém destacar, também, um ponto que recebe influência conjunta de Parnamirim e Natal. Trata-se de uma área que recebe influência antropogênica dos municípios em epígrafe, tendo em vista localizar-se na divisão intermunicipal destes. Constitui-se em uma passagem de nível sobre o rio Pitimbu pertencente à BR-101, cuja denominação do local é Ponte Velha.

Ocorre, nessa região, barramento do rio Pitimbu pela passagem de nível, desmatamento, banho e lazer da população, drenagem de águas pluviais da BR-101, elevado tráfego de veículos automotores e conseqüente emissão de partículas sólidas na atmosfera e no próprio corpo aquático, processo erosivo (deslizamento do Cordão Dunar) culminando com assoreamento do rio em destaque, contribuindo para a redução da capacidade de recarga do aquífero livre, bem como promovendo a contaminação do corpo aquático.

Assim sendo, procurar-se-á abordar nesse tópico os problemas ambientais advindos da expansão urbana acima encenada, destacando-se a implantação de um empreendimento turístico, de loteamentos e conjuntos habitacionais em locais indevidos, bem como apontar alguns locais com sérios problemas de drenagem e saneamento urbanos, além de focar os despejos líquidos industriais indevidos identificados na área em análise.

Quanto à drenagem urbana e ao esgotamento sanitário em Parnamirim, têm-se como uma intervenção mais impactante ao rio Pitimbu, particularmente, o sistema de drenagem de águas pluviais que atende ao Cemitério Público Municipal e adjacências.

Trata-se de um sistema que cobre uma extensa área desse município e encaminha seus efluentes para o bairro de Passagem de Areia, cujo lançamento é feito diretamente em um contribuinte do rio Pitimbu, com extensão aproximada de 500m. Fora constatado, no entanto, que, além de coletar águas pluviais, esse sistema recebe contribuição clandestina de efluentes líquidos (esgotamento sanitário) de inúmeras edificações ao longo de todo o seu curso (FIGURAS 5.16 a 5.18).

Considera-se de bom alvitre mencionar que esse fato fora denunciado pelo Vereador desse município, Sr. Gildásio, em 30 de maio de 2000, o qual afirma que esse sistema de drenagem de águas pluviais implantado no Cemitério e adjacências é utilizado pela população em geral e pelo poder público local como ponto de esgotamento sanitário, bem como de despejo de efluentes provenientes de caminhões limpa-fossas (informação verbal).



Foto: MPP, Jô Carvalho (10/02/2001).

FIGURA 5.16: Cemitério Público Municipal de Parnamirim (RN) Visão de uma boca de lobo do sistema de coleta de águas pluviais – Esgotamento sanitário clandestino - cujo destino é o rio Pitimbu na comunidade de passagem de Areia.

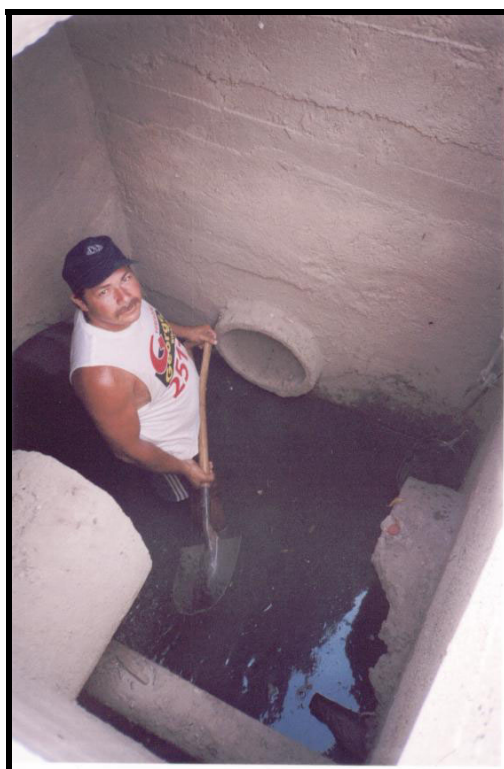


Foto: Aldan Borges (08/03/2001).

FIGURA 5.17: Caixa de visita do sistema de drenagem do Cemitério Público Municipal de Parnamirim – Detalhe do efluente líquido proveniente do esgotamento sanitário.



Foto: Aldan Borges (16/02/2001).

FIGURA 5.18: Ponto de lançamento dos efluentes líquidos provenientes do sistema de drenagem de águas pluviais/Esgotamento sanitário que atende ao Cemitério Público Municipal de Parnamirim (RN) e adjacências.

É um problema crônico que aflige a população local há vários anos com a enchente local nos períodos mais favoráveis de precipitação pluviométrica (FIGURA 5.19). Foi relatado pela população que durante as cheias o cemitério é “lavado” e essa águas carregam materiais pútridos para o sistema de drenagem acima citado (informação verbal).



Foto: M. Braz (08/1998).

FIGURA 5.19: Flagrante de uma enchente na área adjacente ao Cemitério Público Municipal de Parnamirim.

A Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente desse Município, em 09 de junho de 2000, relatou o fato da inexistência de um sistema de drenagem urbana no Município como um todo, ou seja, não existe um plano geral. Contudo, problemas dessa natureza, em pontos considerados críticos (bacias), são solucionados conforme disponibilidade financeira da prefeitura. Foi dado como exemplo o sistema acima mencionado, cuja obra fora realizada em duas etapas: a primeira em 1992 e a segunda, em 1999, justificando-se que o problema vem se agravando com o crescimento urbano intenso, nos últimos anos principalmente, promovendo a impermeabilização do solo com o calçamento das ruas, etc. (informação verbal).

Ressalta-se, ainda, que a própria existência de um cemitério que realiza sepultamento por inumação em área de solos arenosos ou areno-argilosos, bastante permeável a pouca profundidade do lençol freático, favorecendo consideravelmente a poluição do aquífero, constitui-se em uma atividade inadequada ambientalmente (NUNES, 2000).

Um outro exemplo da deficiência da drenagem de águas pluviais em Parnamirim é o da lagoa Antônio Pontes, localizada defronte ao Parque de Exposições Aristófares Fernandes. Natural e que se transformara em lagoa de captação e infiltração de águas pluviais, recebe efluentes oriundos do esgotamento sanitário da localidade que escoam a céu aberto, fruto da inexistência de uma infra-estrutura sanitária pública local.

Mas, o que é imperioso considerar é que em períodos de precipitação pluviométrica mais intensa, há o transbordamento da mesma e a conseqüente inundação de uma área significativa, causando sérios transtornos à população (FIGURA 5.20). Ademais, o poder público tem providenciado a transferência do excedente desse efluente contaminado para o rio Pitimbu, através de bombeamento, cujo lançamento ocorre próximo ao pontilhão da linha férrea, conforme depoimento de moradores. Destarte, esse ato torna-se impróprio para a manutenção da qualidade da água do rio em epígrafe.



Foto: Lira (03/1998).

FIGURA 5.20: Flagrante da enchente ocorrida na lagoa Antônio Pontes em Parnamirim.

No que se refere ao lançamento de efluentes líquidos industriais, destacam-se as seguinte indústrias: usina de Asfalto da Empresa Industrial Técnica EIT, indústria de refrigerantes SIDORE, indústria de água mineral INDAIÁ e indústria de papéis INPASA.

A usina de asfalto localiza às margens esquerda da BR – 304 (sentido Natal – Macaíba) e da estrada que liga essa BR à comunidade de Passagem de Areia em Parnamirim.

No tocante aos impactos ambientais negativos provocados por esse tipo de atividade e notadamente por essa empresa, constatou-se o seguinte: existem dois reservatórios acumuladores de resíduos líquidos oriundos do processo industrial. O primeiro, revestido com alvenaria de tijolos, tem como função acumular resíduos líquidos com elevada temperatura provenientes da lavagem dos filtros, auxiliando no processo de reutilização desses efluentes.

O segundo, sem qualquer revestimento em suas paredes, constituindo-se de uma vala escavada no próprio solo, contém resíduos líquidos descartados no processo industrial que contém betume, dentre outros hidrocarbonetos (FIGURA 5.21). Segundo depoimento de funcionários dessa empresa, esses resíduos líquidos são retirados desse reservatório e enterrados em outro local.

Convém destacar que esse empreendimento está assentado em uma área de vertente, próxima ao rio Pitimbu, cujos solos arenosos ou areno-argilosos, bastante permeável a pouca profundidade do lençol freático, tendo na base rocha sedimentar (Formação Barreiras), onde predominam a compactação e cimentação das argilas, siltes e areias, favorecendo

consideravelmente a poluição do aquífero, constitui-se em uma atividade inadequada ambientalmente (NUNES, 2000).

Ademais, convém relatar que o petróleo e seus produtos químicos associados constituem a categoria mais comum de contaminadores de água subterrânea encontrada em aquíferos nos Estados Unidos (SAMPAT, 2001).



Foto: Jô Carvalho (31/03/2001).

FIGURA 5.21: EIT – Reservatório de resíduos líquidos descartados no processo industrial que contém betume, dentre outros hidrocarbonetos.

Constatou-se, também, nesse processo produtivo, uma significativa emissão de ruído e vibração emitidos pela usina, bem como poeira originada no transporte e lançamento dos agregados (Areia, brita, etc.) constituintes do concreto asfáltico nos respectivos silos de armazenamento, antes da mistura.

A SIDORE, localizada à margem da BR-304, despeja seus resíduos industriais *in natura* diretamente na calha coletora de águas pluviais oriundas da citada BR, cuja destinação final é o rio Pitimbu (FIGURA 5.22). É um fluido com aspecto turvo e cor verde e exala um odor característico de soda cáustica.

Segundo depoimento da população local, a SIDORE estaria despejando várias substâncias nesse esgoto, tais como: xarope, água de lavagem dos recipientes plásticos e águas de lavagens diversas na área da indústria, inclusive aquelas realizadas em veículos automotores e maquinários diversos (informação verbal).



Foto: Aldan Borges (06/01/2001).

FIGURA 5.22: Sistema de drenagem de águas pluviais da BR-304 – Efluentes líquidos industriais provenientes da Indústria de refrigerantes SIDORE e esgotamento sanitário da favela localizada ao lado da referida indústria – Destino: rio Pitimbu (Moita Verde - BR-304 – Parnamirim/RN - Indústria de refrigerantes SIDORE (BR-304 – Parnamirim/RN).

A INDAIÁ, localizada à margem da BR-304, em Moita Verde, lança o efluente proveniente da lavagem dos recipientes plásticos (garrafas/garrafões) de água diretamente no rio Pitimbu (FIGURA 5.23). Também, efetua o lançamento do efluente proveniente do sistema de drenagem de águas pluviais de toda indústria diretamente no rio Pitimbu, onde pode-se verificar a lavagem de veículos em seu pátio, contribuindo para o carreamento de substâncias para o rio.



Foto: Aldan Borges (06/01/2001).

FIGURA 5.23: Indústria de água mineral Indaiá - Lançamento do efluente proveniente da lavagem das garrafas/garrafões de água diretamente no rio Pitimbu (BR-304 – Parnamirim/RN).

Por fim, relata-se que a INPASA, localizada à margem da BR-101, também lança seus efluentes, a céu aberto, diretamente na planície de inundação do rio em tela (FIGURA 5.24).

É importante mencionar que esse assunto tem ocupado lugar de destaque na imprensa, na medida em que há denúncias da sociedade, portanto é de conhecimento do poder público. Entretanto, esse problema se remete à década de 80, época em que técnicos da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN)⁴² fizeram incursões junto a essa indústria (informação verbal) e, até o presente momento, não foi dada uma solução definitiva.

Essa realidade mostra a ineficiência e ineficácia do poder governante no que tange às questões ambientais, servindo, inclusive, de parâmetro para se analisar problemas dessa natureza.

⁴² O engenheiro Isaías Costa Filho da CAERN relatou, em 14 de dezembro de 2000, que essa indústria de papel há mais de 15 anos lança seus efluentes domésticos e industriais com elevados teores de hidróxido de sódio no rio Pitimbu, oriundos da lavagem das máquinas de beneficiamento do papel.



Foto: Kalazans Bezerra (2001).

FIGURA 5.24: INPASA – Parnamirim/RN - Ponto de lançamento dos efluentes líquidos industriais à margem direita do rio Pitimbu - Efluente com aspecto leitoso.

A área que compreende Nova Parnamirim, notadamente àquela que está inserta na bacia hidrográfica do rio Pitimbu, encontra-se em franco “desenvolvimento”, com uma expansão urbana desenfreada e desordenada, a qual vem verdadeiramente descaracterizando toda a paisagem local.

Salienta-se que o bairro se desenvolve quase que totalmente sobre um cordão dunar, que, segundo Nunes (2000), trata-se de uma área que apresenta os baixos topográficos e baixos estruturais (BB). São domínios inadequados para implantação de aterros sanitários, cemitérios, fossas sépticas, lagoas de rejeitos industriais, lagoas de captação e infiltração de águas pluviais e construção de estradas e habitações.

Essa inadequabilidade decorre das coberturas de alteração serem predominantemente arenosas, com circulação de água alta direcionada e fácil infiltração, sendo o lençol freático bastante superficial nestas áreas, o que provoca a contaminação das águas subterrâneas.

Tem uso restrito/inadequado à mecanização agrícola, e uso restrito a obras enterradas e como fonte de empréstimo de material para a construção civil (areia e argila). A retirada de areia nas dunas recentes e argila, nos vales fluviais, destinados a construção civil, poderá ser

feita de forma monitorada em áreas previamente escolhidas e fiscalizadas por órgão competente, para que não haja degradação ambiental.

Todavia, foram identificados na área em relevo desmatamento; queimada; retirada de sedimentos sem controle; deposição a céu aberto de resíduos sólidos em áreas de vertente e no próprio rio Pitimbu; drenagem urbana precária; carência de um sistema de esgotamento sanitário público, utilizando-se para tal fim o sistema individual fossa-sumidouro; erosão, assoreamento do rio Pitimbu; dentre outras atividades impactantes.

Nova Parnamirim está sendo alvo de grande especulação imobiliária, tendo em vista a proximidade da capital, Natal, palco de imigração generalizada, além do que ressenete-se de legislação Municipal (Plano Diretor) que venha a subsidiar uma ação mais efetiva desse poder público, no que tange às questões ambientais, particularmente a ausência de um acompanhamento por parte do poder público responsável pelo zelo a que essa região deveria estar sendo submetida. Culmina, portanto, com um processo de degradação ambiental de grande impacto negativo para essa área, notadamente por ser ambientalmente frágil e pertencer a uma bacia hidrográfica de tanta relevância para o abastecimento público dessa capital.

Foram observados vários conjuntos habitacionais construídos e em construção na área em pauta, com destaque para aqueles que encontram-se nas proximidades da Av. Maria Lacerda Montenegro. Pode-se, por exemplo citar alguns desses empreendimentos: Conjunto Residencial Colinas do Pitimbu, Miami Beach-II, Residencial Flamingo, Porto Seguro e Ilha Bella. Além desses empreendimentos, identificaram-se postos de gasolina e outros estabelecimentos comerciais e pequenas indústrias.

Ademais, verificam-se áreas próximas ao rio Pitimbu submetidas à retirada de sedimentos (Areia) para Construção Civil, sem qualquer controle dos órgãos ambientais competentes que, além dos prejuízos ao meio biótico, com a supressão da vegetação que recobre o cordão dunar, tem contribuído para o assoreamento desse rio, com o transporte descuidado desse material (FIGURA 5.25).



Foto: MPP, Jô Carvalho (28/12/2000).

FIGURA 5.25: Fazenda Boa Esperança – Transporte de sedimentos para Construção Civil – Processo erosivo da margem esquerda e assoreamento do rio Pitimbu.

Como exemplo dessa análise, surge no cenário o empreendimento Pitimbu Resort's S/A. Trata-se de um Complexo financiado pelo FINOR, estando localizado em uma área que abrange parte da planície de inundação e da vertente direita desse rio.

As conseqüências ambientais decorrentes dessa implantação pode ser vista pelo recorte do Barreiras e significativa movimentação de terra, precedidos pelo desmatamento da cobertura vegetal nativa sobre esse pacote sedimentar, expondo o material às erosões eólica e pluvial, com o escoamento de correntes de massa em direção ao rio Pitimbu, causando o seu assoreamento, constitui-se na paisagem atual da área na qual esse empreendimento está sendo implantado em uma área de 5,94ha (FIGURAS 5.26 a 5.38). Porém, há intenção do empreendedor de construir o Complexo Pitimbu Resort's em uma área com aproximadamente 200ha (BRITO *et al.*, 2000).

As obras de construção desse empreendimento encontram-se paralisadas em virtude de um

Inquérito Civil Público Nº 001/2000, instaurado pela Portaria Nº 001/2000 – PJ/P a partir de representação dirigida à Promotoria de Justiça da Comarca de Parnamirim (RN) pelo Vereador do Município de Natal (RN), Sr. Fernando Wanderley Vargas da Silva, denunciando que as obras de construção do empreendimento Resort Pitimbu S/A, iniciadas sem o licenciamento do IDEMA, ameaçam a perenidade do rio Pitimbu, tendo em vista o assoreamento do seu leito, provocado pelo movimento de terra e desmatamento de suas margens (BRITO, *et al.*, 2000).



Foto: MPP, Jô Carvalho (21/01/2001).

FIGURA 5.26: Parnamirim/RN – Av. Trampolim da Vitória (RN-066) - Pitimbu Resort's S/A, empreendimento financiado pelo FINOR – Obras paralisadas – Ao fundo, recorte do Barreiras para construção da RN-066 - Fazenda Boa Esperança.



Foto: MPP, Jô Carvalho (21/01/2001).

FIGURA 5.27: Parnamirim/RN – Av. Trampolim da Vitória (RN-066) – Área defronte ao Pitimbu Resort's S/A – Formação de voçorocas – Assoreamento do rio Pitimbu.



Foto: MPP, Jô Carvalho (21/01/2001).

FIGURA 5.28: Visão do desmatamento da mata ciliar, à margem direita do rio Pitimbu (Fazenda Boa Esperança) – Ao fundo, visão do desmatamento e deslizamento das dunas, assoreando do rio, à montante da ponte na Av. Trampolim da Vitória (RN-066) – Nova Parnamirim/RN.

5.2.4 O papel exercido pelo Município de Natal na BHRP

O Município de Natal emerge nesse cenário por contribuir com a menor área territorial pertencente à BHRP, com aproximadamente 12,37km² (10% da bacia), e possuir legislação ambiental própria desde 1992.

O código do Meio Ambiente do Município de Natal – Lei nº 4.100, de 19 de junho de 1992, define a Política Municipal de Meio Ambiente, seu sistema e instrumentos de gestão.

Convém lembrar ainda que, além do Código do Meio Ambiente, que é muito importante e precisa ser mais divulgado, o Município de Natal dispõe de outros instrumentos e dispositivos legais de controle de uso e ocupação do solo, destacando-se, dentre eles: Plano Diretor, código de obras, código de limpeza urbana, código tributário e código de posturas Municipais, que contribuem sobremaneira para efetivar-se a proteção ambiental, no que concerne à vida da cidade.

Conforme se percebe, é um Município privilegiado em termos de arcabouço legal ambiental, amparado por uma legislação que busca proteger o meio ambiente, atendendo ao preceito constitucional em seu art. 225 que trata especialmente do meio ambiente.

É o único Município da bacia contemplado com implantação de Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs) que ocupam as seguintes áreas e respectivos percentuais da BHRP: ZPA-1,

com 2,07km²; ZPA-3, com 1,47km² e a ZPA-4, com 0,14km², cujos percentuais em relação à bacia são 1,63%, 1,16% e 0,11%, respectivamente. Reunidas, abrangem apenas 2,9% da bacia em epígrafe.

Destaca-se, nesse cenário, a ZPA-3 (regulamentada em 2001), por localizar-se à margem esquerda do rio Pitimbu, estendendo-se por aproximadamente 3,96km, correspondendo ao comprimento de margem de rio que esse município detém. Todavia, nos últimos anos, a aludida área encontra-se sob forte pressão do capital imobiliário com a intenção de implantar condomínios habitacionais nessa área. Destarte, passa a correr o risco de perder essa condição mínima de proteção ambiental.

É importante mencionar que, nessa zona, Oliveira (1999) identificou três pontos em processo de erosão, com carreamento de sedimentos para o rio Pitimbu; trinta e cinco pontos com deposição de resíduos sólidos a céu aberto; dois pontos com ocorrência de desmatamento; três pontos com queimada da vegetação e três pontos utilizados para retirada de sedimentos para Construção Civil

A paisagem da área em análise contempla uma Geomorfologia composta, quase que totalmente, de cordões dunares sobrepostos ao pacote sedimentar Barreiras, chegando ao leito do rio Pitimbu. Cabe ressaltar que, contrapondo essa Geomorfologia, a paisagem à margem direita desse rio nesse trecho caracteriza-se pelo completo afloramento do pacote sedimentar acima referido. Esse cenário paisagístico deve-se ao fato de que o rio Pitimbu

possui sua gênese relacionada aos processos tectônicos, apresentando um traçado morfológico de vale estrutural, onde ocorre o 'Graben Parnamirim'. Caracteriza-se como um terraço fluvial entulhado por sedimentos oriundos do processo de acumulação fluvial (SANTOS, 1999, p. 38).

Deve-se ainda lembrar que as unidades morfológicas encontradas na região da BHRP são dunas fixas, que acompanham o Graben Parnamirim na direção noroeste-sudeste, localizadas à margem esquerda do rio Pitimbu na área de Natal e as formas tabulares, ou seja, os Tabuleiros Costeiros, são encontrados predominantemente nos municípios de Macaíba e Parnamirim.

É importante por em relevo que o setor da BHRP que pertence ao Município de Natal encontra-se quase que totalmente sobre um cordão dunar, que, segundo Nunes (2000), trata-se de uma área que apresenta baixos topográficos e baixos estruturais (BB). Como foi visto anteriormente, são domínios inadequados para implantação de aterros sanitários, cemitérios, fossas sépticas, lagoas de rejeitos industriais, lagoas de captação e infiltração de águas pluviais e construção de estradas e habitações.

Tem uso restrito/inadequado à mecanização agrícola, e uso restrito a obras enterradas e como fonte de empréstimo de material para a construção civil (areia e argila), onde a retirada de areia nas dunas recentes e argila, nos vales fluviais, destinados a construção civil, poderá ser feita de forma monitorada em áreas previamente escolhidas e fiscalizadas por órgão competente, para que não haja degradação ambiental.

Todavia, foram identificadas áreas com a existência de expansão urbana desordenada e desenfreada, notadamente no bairro Guarapes; existência de vários conjuntos habitacionais de médio porte no âmbito da bacia hidrográfica do rio Pitimbu, com destaque para um Conjunto residencial de grande porte denominado Cidade Satélite, com 3.545 casas, assentado em um vasto campo de dunas que recobrem o Barreiras, com alto poder de infiltração, em uma área desprovida de saneamento básico.

Encontraram-se desmatamento; queimada; retirada de sedimentos sem controle; deposição a céu aberto de resíduos sólidos em áreas de vertente e no próprio rio Pitimbu; drenagem urbana precária; carência de um sistema de esgotamento sanitário público, utilizando-se para tal fim o sistema individual fossa-sumidouro; erosão, assoreamento do rio Pitimbu; dentre outras atividades impactantes.

Cumpram-se destacar que os bairros de Natal que estão inseridos parcialmente nesse setor da bacia são Guarapes (Planalto) (3,10km²), Cidade Nova (0,64km²), Pitimbu (7,41km²), Candelária (0,57km²), Neópolis (0,57km²) e Ponta Negra (0,07km²), sendo que o bairro Pitimbu é o que possui a maior área, além de conter a ZPA-3 e o conjunto habitacional Cidade Satélite, com suas três etapas que somadas totalizam 3,28km² (2,59% da BHRP).

Ainda segundo informações obtidas nesta pesquisa, cabe revelar que o Cidade Satélite fora implantado na década de 80 em uma área desprovida de saneamento básico. Ressalta-se que a paisagem local apresenta uma geologia constituída por paleodunas quaternárias de alto poder de infiltração, as quais compunham um vasto campo de dunas que recobrem o Barreiras. Assim sendo, verifica-se que esse cenário põe em risco de contaminação por nitrato (NO₃) o aquífero livre, podendo estender-se ao rio Pitimbu.

Marinho (2000)⁴³ ratifica essa hipótese ao afirmar que a contaminação do rio Pitimbu por nitrato (NO₃) é iminente. Explica que isso poderá ocorrer através do processo de nitrificação desenvolvido durante a infiltração no solo dos efluentes do sistema de esgotamento sanitário fossa-sumidouro, utilizado na aludida área. Como exemplo, Marinho

⁴³ Elmo Marinho – Geólogo e pesquisador do Instituto de Desenvolvimento e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte (IDEMA) – Palestra à comunidade do Bairro Pitimbu em 17 de maio de 2000.

(2000) informa a evolução cronológica da concentração de nitrato (NO_3) na água de um poço tubular na Cidade Satélite. Os dados revelam que em 1987 o valor era de 6mg/l. Já em 2000, a concentração desse íon eleva-se para 30mg/l (informação verbal).

É imprescindível ressaltar que ao longo de toda planície de inundação do rio Pitimbu, constatou-se que em vários pontos há ressurgência do aquífero livre. No entanto, aqueles locais em que há afloramento da Formação Barreiras (Grupo Barreiras), sobretudo com a vegetação preservada, há uma forte presença da ressurgência desse aquífero, contribuindo, desse modo, para a perenidade desse rio.

Também, foi verificado que a proximidade dos cordões dunares da planície de inundação em alguns trechos desse rio, proporciona uma retroalimentação de suas águas, tendo em vista serem “verdadeiros filtros naturais” (Vilaça, 1999)⁴⁴ (informação verbal) que, particularmente com a sua cobertura vegetal preservada, retêm as águas pluviais e vão, aos poucos, alimentando esse curso d’água permanentemente. Essa constatação evidencia, portanto, a importância de se preservar a vegetação existente, bem como promover o reflorestamento daquelas áreas já degradadas.

Em última análise, portanto, pode-se afirmar que o escoamento de base predominante em toda bacia torna o rio Pitimbu mais vulnerável à contaminação por substâncias químicas.

Pontualmente, identificam-se vários problemas ambientais na bacia em relevo. Pode-se destacar como primeiro exemplo a deposição de resíduos sólidos (Lixo) à margem da rua dos Cometas em Guarapes, a qual dá acesso à “Ponte Submersa” no rio Pitimbu, via pública sem revestimento que possui significativa declividade, construída na vertente esquerda do rio Pitimbu (FIGURAS 5.29 e 5.30).

Torna-se oportuno expor que a decomposição do lixo produz um líquido altamente poluído e contaminado denominado chorume. Esse líquido contém concentração de material orgânico equivalente a 30 a 100 vezes o esgoto sanitário, além de microorganismos patogênicos e metais pesados (BENETTI; BIDONE, 1993).

Esse fato apresenta risco de poluição e contaminação do rio em tela, notadamente quando da presença de chuvas que, através do carreamento desse material e dos compostos bioquímicos líquidos formados a partir da decomposição da matéria orgânica existente no mesmo, atingem o rio. (FIGURA 5.31).

⁴⁴ José Gilson Vilaça - Geólogo e Chefe do Departamento de Controle e Impacto Ambiental da Secretaria Especial de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal (SEMURB) – Informações prestadas em entrevista semi-estruturada (1999).

Constata-se, ainda, a retirada de lenha em uma pequena propriedade que fica a rua dos Cometas, próximo ao rio Pitimbu – Vertente esquerda.



Fotos: Aldan Borges (12/03/2001).

FIGURA 5.29: Rua dos Cometas –Margem esquerda do rio Pitimbu – Vertente - Deposição de lixo próximo ao Conjunto Habitacional Parque Zona Sul - Guarapes/Planalto/Natal (RN) – Carreamento de resíduos pelas chuvas.



Fotos: Aldan Borges (12/03/2001).

FIGURA 5.30: Rua dos Cometas – Margem esquerda do rio Pitimbu – Vertente - Deposição de lixo próximo ao rio – Carreamento de resíduos pelas chuvas.



Foto: Aldan Borges (12/03/2001).

FIGURA 5.31: Rua dos Cometas – Margem esquerda do rio Pitimbu – Estudantes da UFRN realizando a limpeza simbólica do rio.

Nesse ponto encontra-se um cenário à margem desse rio e em seu próprio leito caracterizado por um uso inadequado do rio em análise, tendo em vista que há travessia de veículos automotores, banho de pessoas e animais, lavagem de veículos automotores, lançamento de resíduos líquidos e sólidos (Lixo) à margem e no próprio canal fluvial, dentre outras agressões exemplificadas pela população local (FIGURA 5.32).



Foto: MPP, Jô Carvalho (14/01/2001).

FIGURA 5.32: “Ponte Submersa” – Divisa dos municípios de Natal e Parnamirim – Margem direita do rio Pitimbu – Lazer popular – Domingo.

Há uma ponte que atualmente encontra-se submersa devido ao assoreamento do rio Pitimbu ao longo do tempo. De acordo com o Sr. Cícero, morador há mais de 40 anos no local, essa ponte foi construída em 1944, pela Campanha de Erradicação da Malária (CEM),

sob responsabilidade da SUCAM. Relatou, ainda, que essa era uma área endêmica de Esquistossomose, inclusive ele contraíra a doença na época (FIGURA 5.33).



Foto: Aldan Borges (30/09/1999).

FIGURA 5.33: “Ponte Submersa” – Divisa dos municípios de Natal e Parnamirim – Margem esquerda do rio Pitimbu.

Observa-se que está havendo um crescimento urbano significativo nessa localidade, onde pode ser constatada a implantação de diversos empreendimentos imobiliários com a anuência dos poderes públicos sem que haja qualquer infra-estrutura sanitária (Esgotamento sanitário e Drenagem urbana) no bairro como um todo, comprometendo a conservação da bacia hidrográfica do rio Pitimbu.

Na zona urbana dessa localidade existe um sistema de drenagem de águas pluviais implantado pela Prefeitura de Natal em 1998, cuja destinação final constitui-se no lançamento, à céu aberto, sobre a superfície dunar (areia) que recobre o Barreiras, próximo ao canal fluvial do rio Pitimbu, revelando ser um ponto de possível contaminação desse curso d’água (FIGURAS 5.34 a 5.36). Ressalta-se, ainda, que esse lançamento ocorre na Zona de Proteção Ambiental 3 (ZPA-3).

A utilização desse sistema para o esgotamento sanitário corrobora com a teoria de que em locais desprovidos de esgotamento sanitário público e, principalmente, sem uma atuação eficiente e eficaz do poder público, no sentido de coibir ações dessa natureza, o meio ambiente é o prejudicado e que no final acontecimento, a população é que arca com as conseqüências, adquirindo diversos tipos de doenças, comprometendo sua qualidade de vida.



Foto: Aldan Borges (30/09/1999).

FIGURA 5.34: Localidade de Planalto (Guarapes/Natal/RN): Visão de um ponto de captação d'água do sistema de drenagem de águas pluviais.



Foto: Aldan Borges (14/11/2001).

FIGURA 5.35: Localidade de Planalto (Guarapes/Natal/RN): Visão do ponto de lançamento dos efluentes do sistema de drenagem de águas pluviais – Ao fundo, visão dos cordões dunares que sobrepõem o Barreiras à margem esquerda do rio Pitimbu.



Foto: Aldan Borges (14/11/2001).

FIGURA 5.36: Localidade de Planalto (Guarapes/Natal/RN): Detalhe da tubulação do ponto de lançamento dos efluentes do sistema de drenagem de águas pluviais.

5.2.5 Matriz de Interação Qualitativa

Como produto dessa análise, ou seja, ao final da análise e discussão acima abordada, será apresentada uma Matriz de Interação Qualitativa que busca mostrar sinteticamente o cruzamento das ações empreendidas na bacia hidrográfica do rio Pitimbu com os fatores ambientais da área em apreço, conforme descrito na Metodologia deste trabalho de pesquisa (Quadro 5.01).

Vale salientar, entretanto, que as atividades (ou intervenções) levantadas e aqui apresentadas foram analisadas considerando a situação em que provocariam o maior impacto ambiental.

Implicações ambientais na bacia hidrográfica do rio Pitimbu (RN) decorrentes das diversas formas do uso e ocupação do solo

Obs.: as atividades (ou intervenções) levantadas e aqui apresentadas foram analisadas considerando a situação em que provocariam o maior impacto ambiental.

ITEM	ATIVIDADE-INTERVENÇÃO	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA	VARIÁVEL AMBIENTAL Atingida	IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	
1	ATIVIDADE AGRÍCOLA	ACÚDAMENTO	>>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU); >>>FLORA (MATA CILAR E AQUÁTICA) E FAUNA; >>>SOLO	>>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (REDUÇÃO DE VAZÃO POR BARRAMENTO COM INTERRUÇÃO DO CURSO D'ÁGUA DE NASCENTE DO ALTO, MÉDIO E BAIXO CURSO DO RIO PITIMBU E EXPLOTAÇÃO INDISCRIMINADA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO-CONFLITO DE USO D'ÁGUA); >>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DO RIO PITIMBU E LAGOA DO JOUÍ POR ROMBIMENTO DE BARRAMENTO); >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO; >>>ALTERAÇÃO DO ECOSSISTEMA LOCAL INTERFERINDO NA FLORA E FAUNA	
		PECUÁRIA BOVINA E CAVALEIRO	>>>TABULEIRO; >>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>SOLO; >>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO E CORPO AQUÁTICO; CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
2	ATIVIDADE INDUSTRIAL	USINA DE ASFALTO	>>>TABULEIRO; >>>VERTENTE	>>>ATMOSFERA; >>>SOLO; >>>AQUIFERO LIVRE	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DO AR POR EMISSÃO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS (POEIRA) PROVENIENTES DO MANUSEIO COM AGREGADOS MÚLTIPLOS E GRAVADOS (BRITA E AREIA); >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE POR LANÇAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS CONTENDO SUBSTÂNCIAS DERIVADAS DE PETRÓLEO EM TANQUES CONSTRUÍDOS SEM REVESTIMENTO IMPERMEABILIZANTE ESCAVADOS NO SOLO
		INDÚSTRIA DE PAPEL	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>SOLO; >>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA (REDUÇÃO DE VAZÃO POR EROSION DO SOLO E CONSEQUENTE ASSOREAMENTO DO RIO PITIMBU E DIMINUIÇÃO DO RESERVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR AUMENTO DA DEMANDA D'ÁGUA); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO E CORPO AQUÁTICO; CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>SOLO; >>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (DIMINUIÇÃO DA RESERVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR AUMENTO DA DEMANDA D'ÁGUA); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO E CORPO AQUÁTICO; CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		INDÚSTRIA DE ÁGUA MINERAL	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>SOLO; >>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (DIMINUIÇÃO DA RESERVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR AUMENTO DA DEMANDA D'ÁGUA); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO E CORPO AQUÁTICO; CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		INDÚSTRIA DE SORVETES	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>SOLO; >>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (DIMINUIÇÃO DA RESERVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR AUMENTO DA DEMANDA D'ÁGUA); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO E CORPO AQUÁTICO; CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		INDÚSTRIA DE TECIDO	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>SOLO; >>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (REDUÇÃO DE VAZÃO POR BARRAMENTO COM INTERRUÇÃO DO CURSO D'ÁGUA DE NASCENTE DO ALTO, MÉDIO E BAIXO CURSO DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO E CORPO AQUÁTICO; CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		MATADOURO	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>SOLO; >>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO E CORPO AQUÁTICO; CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		ATERRO PARA IMPLANTAÇÃO DE INDÚSTRIAS	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>SOLO; >>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL	>>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (REDUÇÃO DE VAZÃO POR BARRAMENTO COM INTERRUÇÃO DO CURSO D'ÁGUA DE NASCENTE E POR PROCESSO EROSIVO E CONSEQUENTE ASSOREAMENTO DO RIO PITIMBU); >>>MODIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO POR COMPACTAÇÃO; >>>EXTINÇÃO DA FLORA E FAUNA NA ÁREA AFETADA
		SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAL (STELCIARN)	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>FLORA E FAUNA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (RISCO DE POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DO RIO PITIMBU E LAGOA DO JOUÍ POR VAZAMENTO DE EFLUENTE NO SISTEMA DE TRATAMENTO, INCLUSIVE AS LAGOAS DE TRATAMENTO E TUBULAÇÃO EM CONCRETO ENTERRADA AO LONGO DO ALVEO DO RIO PITIMBU); >>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (REDUÇÃO DE VAZÃO POR BARRAMENTO COM INTERRUÇÃO TOTAL DO FLUXO D'ÁGUA SUPERFICIAL E POR PROCESSO EROSIVO E CONSEQUENTE ASSOREAMENTO DO RIO PITIMBU); >>>MODIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO POR COMPACTAÇÃO; >>>EXTINÇÃO DA FLORA E FAUNA NA ÁREA AFETADA
		LANÇAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAL	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU E PRINCIPAL CONTRIBUINTE)	>>>FLORA E FAUNA; >>>SOLO; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>POPULAÇÃO	>>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO, CONTAMINANDO-O; >>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO, CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
DEPOSIÇÃO A CÉU ABERTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAL (LIXO)	>>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU E PRINCIPAL CONTRIBUINTE)	>>>FLORA E FAUNA; >>>SOLO; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO, CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO		
3	ATIVIDADE URBANA	DEPOSIÇÃO A CÉU ABERTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICO, METRALHA EOU FERRO VELHO (LIXO)	>>>TABULEIRO; >>>CORDÃO DUNAR; >>>VERTENTE; >>>LEITO MENOR DO RIO PITIMBU E DO SEU PRINCIPAL CONTRIBUINTE	>>>FLORA E FAUNA; >>>SOLO; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO, CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		QUEIMADA	>>>TABULEIRO; >>>CORDÃO DUNAR; >>>VERTENTE; >>>LEITO MENOR DO RIO PITIMBU E DO SEU PRINCIPAL CONTRIBUINTE	>>>FLORA E FAUNA; >>>SOLO; >>>ATMOSFERA; >>>POPULAÇÃO	>>>EXTINÇÃO PARCIAL DA FLORA E FAUNA NA ÁREA AFETADA; >>>EMISSÃO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS PARA ATMOSFERA (FUMAÇA); >>>INTERFERÊNCIA NA SAÚDE DA POPULAÇÃO; >>>REDUÇÃO DE NUTRIENTES NO SOLO E EXPOSIÇÃO AO INTemperismo
		DESMATAMENTO	>>>TABULEIRO; >>>CORDÃO DUNAR; >>>VERTENTE; >>>LEITO MAIOR DO RIO PITIMBU	>>>FLORA E FAUNA; >>>SOLO; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA	>>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE RECARGA DO AQUIFERO LIVRE E REDUÇÃO DE VAZÃO DO CORPO AQUÁTICO POR EROSION E CONSEQUENTE ASSOREAMENTO DO RIO PITIMBU); >>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (REDUÇÃO NA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS); >>>EXTINÇÃO DA FLORA E FAUNA NA ÁREA AFETADA; >>>EXPOSIÇÃO DO SOLO AO INTemperismo
		TERRAPLENAGEM	>>>CORDÃO DUNAR	>>>SOLO; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA	>>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA (REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE RECARGA DO AQUIFERO LIVRE POR COMPACTAÇÃO DO SOLO)
		RETRADA DE SEDIMENTOS	>>>TABULEIRO; >>>CORDÃO DUNAR; >>>VERTENTE; >>>LEITO MENOR DO RIO PITIMBU E DO SEU PRINCIPAL CONTRIBUINTE	>>>SOLO; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA	>>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE RECARGA DO AQUIFERO LIVRE POR DIMINUIÇÃO DA CAMADA DE ASSOREAMENTO E REDUÇÃO DO VAZÃO DO CORPO AQUÁTICO); >>>ASSOREAMENTO DO RIO PITIMBU; >>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE FILTRAÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS POR REDUÇÃO DA CAMADA DE SEDIMENTOS)
		CONSTRUÇÃO CIVIL (EDIFICAÇÕES, VIAS PAVIMENTADAS, ETC.)	>>>TABULEIRO; >>>CORDÃO DUNAR; >>>VERTENTE	>>>SOLO; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA	>>>REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE RECARGA DO AQUIFERO LIVRE DECORRENTE DA IMPERMEABILIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SOLO
		DRENAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	>>>TABULEIRO; >>>CORDÃO DUNAR; >>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>FLORA E FAUNA; >>>SOLO; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO, CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO SOLO (SISTEMA FOSSA-SUMIDOURO)	>>>TABULEIRO; >>>CORDÃO DUNAR; >>>VERTENTE	>>>SOLO; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA POR CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL POR CONTAMINAÇÃO QUÍMICA (NITRATO) ATRAVÉS DO FLUXO SUBTERRÂNEO, DESTACANDO-SE A ÁREA OCUPADA POR CONJUNTOS HABITACIONAIS ASSENTADOS NOS CORDÕES DUNARES
		ESGOTAMENTO SANITÁRIO A CÉU ABERTO	>>>TABULEIRO; >>>CORDÃO DUNAR; >>>VERTENTE; >>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU)	>>>FLORA E FAUNA; >>>SOLO; >>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>POPULAÇÃO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO, CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		CEMITÉRIO	>>>TABULEIRO; >>>VERTENTE	>>>SOLO; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA; >>>ÁGUA SUPERFICIAL	>>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (REDUÇÃO DE VAZÃO DO CORPO AQUÁTICO POR EROSION NA VERTENTE E CONSEQUENTE ASSOREAMENTO DO RIO PITIMBU) NO CEMITÉRIO PARQUE MORADA DA PAZ (verificou-se avanço na vertente através de movimento de terra em direção ao terraço fluvial - Processo erosivo em direção ao terraço fluvial - Possibilidade de contaminação química e biológica do solo e lençol freático caso a infiltração não esteja sendo efetuada de acordo com as prescrições técnicas)
ABASTECIMENTO PÚBLICO	>>>LEITO MENOR DO RIO PITIMBU (LAGOA DO JOUÍ)	>>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>ÁGUA SUBTERRÂNEA	>>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (AUMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA)		
4	OUTRAS ATIVIDADES	ESTRADA	>>>FLÂNCIE DE INUNDAÇÃO (LEITO MAIOR E MENOR DO RIO PITIMBU E DO SEU PRINCIPAL CONTRIBUINTE)	>>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>FLORA (MATA CILAR) E FAUNA; >>>SOLO	>>>INTERFERÊNCIA NA DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA (REDUÇÃO DE VAZÃO POR BARRAMENTO COM INTERRUÇÃO DO CURSO D'ÁGUA DE NASCENTE DO ALTO, MÉDIO E BAIXO CURSO DO RIO PITIMBU); >>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DO RIO PITIMBU E LAGOA DO JOUÍ POR ROMPIMENTO DO BARRAMENTO); >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO
		BANHO E LAZER DA POPULAÇÃO - BANHO DE ANIMAIS - LAVAGEM DE ROUPAS E DE VEÍCULOS AUTOMOTORES	>>>LEITO MENOR DO RIO PITIMBU	>>>ÁGUA SUPERFICIAL; >>>FLORA (MATA CILAR) E FAUNA; >>>SOLO	>>>INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA (POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO FÍSICA-QUÍMICA-BIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO PITIMBU); >>>TRANSMISSÃO DE DOENÇAS PARA A POPULAÇÃO; >>>CONTAMINAÇÃO QUÍMICA-BIOLÓGICA DO SOLO E AQUIFERO LIVRE; >>>ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA FLORA E FAUNA POR INSERÇÃO DE NUTRIENTES E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NO SOLO, CONTAMINANDO-O-S; >>>INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO

QUADRO 5.01: Matriz de Interação Qualitativa.

QUADRO 5.01: Matriz de Interação Qualitativa.

6 CONCLUSÕES

Inicialmente, considera-se importante mencionar a validade da metodologia empregada na presente pesquisa, tendo em vista que foi possível identificar as principais atividades causadoras de impacto adverso na bacia hidrográfica do rio Pitimbu, correlacionando-as com as características físicas da mesma, possibilitando se ter uma visão panorâmica do seu estado ambiental atual.

Destarte, percebe-se que, pelas características físicas da área, esta é ambientalmente frágil e, diante dos diversos usos e ocupação do solo identificados, sobretudo com a forte pressão urbana que hoje se configura, constata-se que a bacia hidrográfica do rio Pitimbu vem sofrendo um processo de degradação acentuado. Conseqüentemente, esse fato está poluindo e contaminando o rio Pitimbu pelos agentes físicos, químicos e biológicos, bem como acelerando o seu assoreamento com a supressão da vegetação de áreas significativas que recobre, principalmente, as suas margens, tornando assim, iminente o risco de interrupção no abastecimento público de água na região.

O Município de Natal possui uma legislação própria que vem ao encontro da conservação parcial da bacia (Plano Diretor e Código do Meio Ambiente) e é o único Município dessa unidade ambiental contemplado com implantação de Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs) que juntas abrangem 2,9% da bacia em epígrafe e 29,8% da área pertencente ao referido Município na BHRP.

Destaca-se, nesse cenário, a ZPA-3, por localizar-se à margem esquerda do rio Pitimbu, estendendo-se por aproximadamente 3,96km. É uma Zona que ocupa 1,16% da bacia e 11,88% da área de Natal, todavia, nos últimos anos, a aludida área encontra-se sob forte pressão do capital imobiliário com a intenção de implantar condomínios habitacionais nessa área. Além dessa pressão, passa por um processo de degradação ambiental contínuo causado pela população residente no conjunto residencial Cidade Satélite, principalmente, utilizando-a como área de lazer, depósito de Resíduos Sólidos, dentre outros. Deste modo, passa a correr o risco de perder essa condição mínima de proteção ambiental.

Apesar desse aparato legal, Natal é carente de um sistema de coleta, tratamento e destinação dos efluentes domésticos e industriais, bem como de um sistema de captação de

águas pluviais, os quais contribuem para agravar a situação supramencionada, através da poluição e contaminação das águas subterrâneas do rio por nitrato (NO_3). Assim sendo, entende-se que a ocupação da bacia, nos limites da Natal, deve obedecer aos parâmetros e diretrizes gerais de uso e ocupação do solo contidos no documento que fundamenta o projeto de Lei de criação da Zona de Proteção Ambiental 3 (ZPA-3), recentemente regulamentada, bem como no arcabouço legal municipal ambiental. Porém, a prática revela um cenário contrário a esses preceitos, tendo em vista a ausência de um efetivo controle fiscal do órgão gestor municipal.

Enquanto que Macaíba se lança nessa problemática, principalmente, por neste estar inserto o Centro Industrial Avançado (CIA/RN), tratando-se do mais recente pólo industrial do Estado, assentado em uma região ecologicamente protegida por legislação federal - Área de Preservação Permanente (Lei 4.771/65 - Código Florestal) - e estadual, pois esse principal contribuinte se constitui em um dos poucos nichos formadores do rio Pitimbu. Esse fato demonstra que essa decisão governamental mostra-se irresponsável e contraditória, também, por ser de um lado responsável pelo abastecimento público de água da capital do RN e, de outro, contribuir significativamente para a redução da disponibilidade hídrica, na medida em que intervém no principal afluente do rio Pitimbu.

Ao mesmo tempo, esse município emerge nesse cenário pela existência e surgimento novos de barramentos, ao longo do curso do rio Pitimbu, construídos sem o devido respaldo técnico de engenharia, agravado pela carência de um estudo hidrológico dessa bacia, colocando em risco, dentre outros aspectos, a qualidade da água da lagoa do Jiqui, com impactos adversos no sistema de abastecimento público de água de Natal.

Considera-se importante ressaltar, sobretudo, o papel exercido pelo Município de Parnamirim nesse contexto. Primeiro, por contribuir com a maior área física da bacia. Segundo, por possuir um parque industrial, semi-desativado, que fora implementado desde a década de 70 em uma área carente de infra-estrutura sanitária, dentre outras, atraindo, desse modo, um contingente populacional proveniente, em sua maioria, do interior do Estado.

Deve-se mencionar o fato de que somente recentemente esse Município passou a dispor de uma legislação que possibilite o ordenamento do seu território (Plano Diretor), não se encontrando alguma referência na Lei Orgânica a áreas de proteção ambiental que contemple a bacia hidrográfica do rio Pitimbu. Além disso, é importante lembrar que, embora apresente ainda atividades rurais, todo o seu território foi definido como área urbana

ou de expansão urbana, através da Lei Municipal nº 803/93, sendo, por conseguinte, alvo de especulação imobiliária, inclusive, por estar no entorno da Capital, e esta, por sua vez, é palco de imigração oriunda do Sudeste do Brasil e até de outros países.

Depreende-se, portanto, que os fatos analisados indicam a necessidade premente de se promover a gestão integrada da bacia hidrográfica do rio Pitimbu, conforme prescreve a Lei nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, corroborado pela Lei estadual nº 6.908/96 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, instituindo, também, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH) que tem como uma de suas metas a proteção das bacias hidrográficas e das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro. Ademais,

o manejo holístico da água doce como um recurso finito e vulnerável e a integração de planos e programas hídricos setoriais aos planos econômicos e sociais nacionais são medidas de importância fundamental para a década de 1990 e o futuro. A fragmentação das responsabilidades pelo desenvolvimento de recursos hídricos entre organismos setoriais se está constituindo, no entanto, em um impedimento ainda maior do que o previsto para promover o manejo hídrico integrado. São necessários mecanismos eficazes de implementação e coordenação (CNUMAD, 2000).

É relevante assinalar, ainda, nesse tema, o importante papel que a sociedade civil organizada necessita desempenhar frente a essa problemática, cuja postura deve ser de uma atitude pró-ativa, no sentido de provocar os órgãos responsáveis, pois, somente dessa forma, a dinâmica ambiental, construída pela história humana, dependerá da capacidade de reavaliação que o homem tenha sobre a sociedade que gesta, sobre o futuro comum que constrói.

Por outro lado, é necessário que a sociedade civil, representada pelos poderes constituídos, exerça alguma interferência direta ou indireta neste processo, disciplinando e regulamentando as intenções estritamente capitalistas, objetivando evitar que estas práticas sejam perniciosas para a coletividade, pois, é sabido que um dos efeitos do enorme avanço econômico e tecnológico deste século tem sido o crescimento desmesurado do poder do homem no sentido de interferir no meio ambiente.

Do acima exposto, conclui-se que as intervenções na bacia hidrográfica do rio Pitimbu são por si só, no todo ou em sua maioria, prejudiciais à conservação desse manancial de indiscutível importância para a população por ele servida. No entanto, a maior preocupação se dá na ausência de um controle (efetivo) dessas ações pelos poderes públicos competentes,

evidenciando-se o descaso com que essas autoridades tratam dessa questão. Assim sendo, urge a necessidade de se elaborar um planejamento que vislumbre a gestão integrada dessa bacia hidrográfica pelos municípios integrantes (participantes), no sentido de se promover o desenvolvimento sustentável, de modo que venha a garantir a qualidade de vida da população atual e as futuras gerações, conforme prescreve a Constituição brasileira.

7 SUGESTÕES

Visando a elaboração de uma proposta de manejo da bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP) que possa subsidiar um projeto de lei de uso e ocupação do solo dessa bacia, elaborou-se um modelo de pontos representativos das intervenções que implicam, sobretudo, na qualidade da água do rio Pitimbu (FIGURA 7.01).

A construção desse modelo se deu a partir do conhecimento das atividades desenvolvidas na BHRP, bem como das características físicas, biológicas e antrópicas da mesma, destacando-se nesse cenário, a preocupação com o monitoramento da qualidade de suas águas ao longo do tempo e do espaço.

Por sua importância primaz, sobretudo para a manutenção e melhoria da qualidade de vida da população que se utiliza desse bem natural, foram selecionados 6 (seis) pontos ao longo do rio Pitimbu e 1 (um) ponto na lagoa do Jiqui, seguindo-se uma lógica espacial, tendo em vista o grau de importância e representatividade de cada ponto, ao lado do processo desordenado de uso e ocupação do solo desencadeado na bacia em epígrafe, a montante de cada seção estudada.

A ferramenta metodológica que será empregada deriva-se da matriz de interação constante na metodologia de avaliação de impactos criada por Leopold, salientando-se que será aplicada em cada ponto proposto.

Revela-se, entretanto, que se trata de uma proposta de trabalho de pesquisa em um nível mais aprofundado do que este e que se pretende levar a cabo em uma oportunidade próxima.

Considerando-se que um bem sucedido programa de gerenciamento dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica pressupõe o conhecimento do comportamento hidrológico da mesma, convém recomendar que se realizem estudos que contemplem a questão da oferta versus demanda dos recursos hídricos, bem como o monitoramento da qualidade das suas águas, considerando os aspectos físicos, químicos e biológicos. Dessa forma, faz-se necessária a realização de estudos que quantifiquem as reservas dos recursos superficiais e subterrâneos, o processo de recarga hídrica, a taxa de infiltração e o tempo de trânsito no meio saturado, dentre outros.

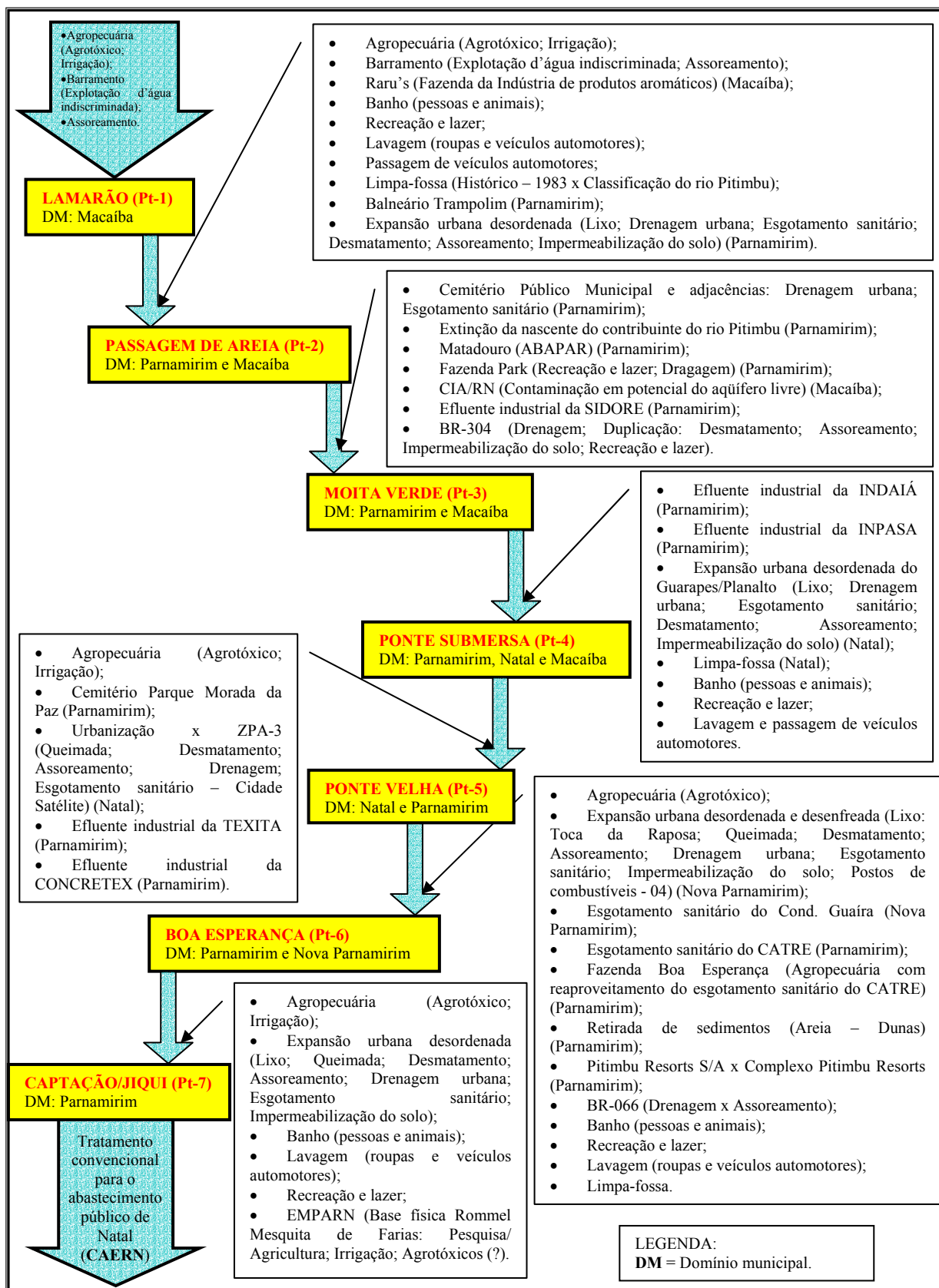


FIGURA 7.01: Modelo de pontos representativos das intervenções que implicam na qualidade da água do rio Pitimbu, de montante para jusante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) AGRA FILHO, S. S. **Os Estudos de Impactos Ambientais no Brasil**: uma análise de sua efetividade. Brasília: IPEA, 1993. 73 p.
- 2) BAROUD, R. *et al.* Componente saúde no processo de estudos de impacto ambiental. **Revista CIPA**, Saúde no estudo de impacto ambiental, São Paulo, XIV, n. 167, p. 26-43, 1993. Caderno informativo de prevenção de acidentes. Meio Ambiente.
- 3) BELTRAME, A da V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.
- 4) BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. *In*: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Universidade: ABRH: EDUSP, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4, 1993. 943 p. p. 849-875.
- 5) BORGES, A. N. *et al.* Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente à implantação do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos (SITEL) do Centro Industrial Avançado (CIA/RN). Natal, 1999. 150f. Trabalho final da Disciplina Avaliação de Impacto Ambiental (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
- 6) BORGES, A. N.; Barros, M. L. C. M. de; Pinheiro, S. B. **Caracterização física e ambiental da lagoa do Jiqui**. Natal, 1999. 17f. Trabalho final da Disciplina Corpos Aquáticos (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
- 7) BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.
- 8) BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Código das águas**. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/24643-34.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- 9) BRASIL. Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983. Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/88351-83.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- 10) BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Código Florestal**. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/4771-65.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- 11) BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 02.09.1981. Regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 07 de junho de 1990.
- 12) BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o

- inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1^o da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/9433-97.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- 13) BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Lei de Crimes Ambientais - Lei da Natureza**. Brasília: IBAMA, 1998. Regulamentada pelo Decreto nº 3.179, de 21 de outubro de 1999. Disponível em: <<http://www.geotrack.hpg.ig.com.br/pdown.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
 - 14) BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**: levantamento de Recursos Naturais. v. 23. Rio de Janeiro, 1981. 728p.
 - 15) BRASIL. Ministério do Exército. Departamento de Engenharia e Comunicações. Diretoria de Serviços Geográficos (DSG). **Região Nordeste do Brasil. Natal. Folha SB.25 - V-C-V / MI-798**. 2. ed., Brasília: 1983. 1 Carta planialtimétrica, color. Escala 1:100.000.
 - 16) BRITO, L. P. de *et al.* Avaliação de danos ambientais ao rio Pitimbu, em decorrência da construção do Complexo Turístico denominado “Pitimbu Resort’s S/A”. Perícia técnica. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Natal, 2000.
 - 17) CANTER, L. W. **Manual de evaluación de impacto ambiental**: Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2nd ed. Madrid: McGraw-Hill, 1998. 841 p.
 - 18) CAUBET, C. G.; FRANK, B. **Manejo ambiental em bacias hidrográficas**: o caso do rio Benedito (Projeto Itajaí I): das reflexões teóricas às necessidades concretas. Florianópolis: Fundação Água Viva, 1993. 52 p.
 - 19) CENTRO DE ESTUDIOS DE ORDENACIÓN DEL TERRITÓRIO Y MEDIO AMBIENTE (CEOTMA). **Guía para elaboración de estudios del medio físico**: contenido y metodología. 2nd ed. Madrid, 1984.
 - 20) COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN). **História da CAERN**. Natal, [19--].
 - 21) CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CNUMAD). **Agenda 21**. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://www.geotrack.hpg.ig.com.br/p21.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
 - 22) CONSELHO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE DE NATAL (CONPLAM). **Relatório sobre a situação das águas na Cidade do Natal**. Natal, Ago. 2000b.
 - 23) CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/237-97.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
 - 24) CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resoluções**: 1984/86. SEMA, 2. ed., Brasília, 1988. 98 p.
 - 25) COSTA, S. M. D. **Alteração da cobertura vegetal natural da microbacia do rio Pitimbu - RN devido à ocupação antrópica**. 1995. 19f. Relatório final de pesquisa - Conselho Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico - Pró-Reitoria de Pesquisa

- e pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 26) COSTA, W. D.; SALIM J. Aspectos estruturais da faixa sedimentar costeira da região de Natal, Rio Grande do Norte. **Estudos Sedimentológicos**, Natal: Imprensa Universitária, v. 2, n. 1/2, p. 133-143, jan./dez., 1972.
 - 27) D'AVILA, J. S. *et al.* Aspectos legais da questão ambiental referentes aos recursos hídricos – comentário técnicos. *In*: IX SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Seguro, **Anais...** p. 164-170.
 - 28) DUARTE, M. C. Utilização dos índices do estado trófico (IET) e qualidade da água na caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim, Extremóz e Jiqui - RN. 1999, 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
 - 29) FALTA d'água na segunda feira, em Natal, foi por motivo de sujeira. **Diário de Natal**, Natal, 07 jul. 2000, Cidades, p. 8.
 - 30) FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO GRANDE DO NORTE (FIERN). **Plano estratégico Natal 3^o milênio**. Natal, 2000. 187 p. 1 CD-ROM.
 - 31) FERREIRA, G. D. **Guerra Fiscal**: salve-se quem puder. 1999. Monografia (Bacharelado em Ciências Sociais) - Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
 - 32) FIGUEIREDO FILHO, O. A. **O meio-físico no trecho do rio Pitimbu entre Ponte Velha e a lagoa do Jiqui - Município de Parnamirim**. Parecer técnico - Auditoria Preliminar. Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Natal, 1999. 9 p.
 - 33) FIGUERÊDO, E. M. de. Concentrações anômalas de metais pesados nas águas de alguns poços de Natal. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA XXXVI, 1990, Natal, **Anais...** v.2, n. 36, p. 807-815.
 - 34) FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DO NATAL (ECONATAL). Caracterização e diretrizes gerais de uso e ocupação da Zona de Proteção Ambiental, situada no bairro do Pitimbu, entre a Av. dos Caiapós e o rio Pitimbu: zoneamento ambiental. Natal, 1995. 54 p.
 - 35) FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEC). **Anuário Estatístico**. Natal, 1992.
 - 36) FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEC). **Anuário Estatístico**. Natal, 1995.
 - 37) FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEC). **Anuário Estatístico**. Natal, 1997.
 - 38) FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEC). **Relatório de qualidade do meio ambiente**. Natal, 1984.
 - 39) FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). **Anuário Estatístico**. v. 25, Natal, 1998. p. 356.
 - 40) FUNDAÇÃO NORTERIOGRANDENSE DE PESQUISA E CULTURA (FUNPEC).

- Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, referente à implantação do Centro Industrial Avançado - CIA/RN. Natal, 1998.
- 41) GABRIEL, D. C. A. *et al.* **Avaliação da qualidade da água do rio Pitimbu - RN.** 2000. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Potiguar, Natal.
 - 42) GARRIDO, R. J. S. O combate à seca e a gestão dos recursos hídricos no Brasil. *In:* FREITAS, M. A. V. de. (Org.). **O estado das águas no Brasil:** perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. 2. ed. Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMA, SRH; MME, 1999, 334 p. p. 285-318.
 - 43) HAIA. Segundo Fórum Internacional da Água. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 18 mar. 2000. Disponível em: <<http://www.estado.com.br/edicao/pano/00/03/17/ger533.html>>. Acesso em: 18 mar. 2000.
 - 44) INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO NORTE (EMATER). **Projeto Pitimbu:** recuperação e conservação de matas ciliares. Natal, Ago. 2.000.
 - 45) LEMOS, A. C. P. N. Subsídios do meio físico do meio físico-geológico ao planejamento territorial: a experiência do Instituto Geológico no Município de Sorocaba (SP). *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA XXXVI, 1990. Natal, **Anais...** v. 2, n. 36, p. 759-796.
 - 46) LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDES, D. O uso da irrigação no Brasil. *In:* FREITAS, M. A. V. de. (Org.). **O estado das águas no Brasil:** perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. 2. ed. Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMA, SRH; MME, 1999, 334 p. p. 73-82.
 - 47) LIRA, S. F. de. **Contribuição ao estudo da poluição hídrica do rio Pitimbu – Eduardo Gomes (Parnamirim) – RN.** 1983. Monografia (Bacharelado em Geografia) Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
 - 48) LOCH, C. Noções básicas para interpretação de imagens aéreas, bem como algumas de suas aplicações nos campos profissionais. 3. ed. Florianópolis: UFSC, 1993. 120 p.
 - 49) MACAÍBA. Prefeitura Municipal de Macaíba. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos para o Município de Macaíba/RN, Macaíba, 2000. 23 p.
 - 50) MAIA NETO, R. F. Água para o Desenvolvimento Sustentável. **A Água em Revista**, São Paulo, Ano V, n. 9, p. 21-32, nov., 1997. Revista técnica e informativa da CPRM - Serviços Geológicos do Brasil. Ensaios e Dissertações.
 - 51) MANAHAN, S. E. **Environmental Chemistry.** 6th ed. New York: Lewis Publishers, 1994. 811 p.
 - 52) MEDEIROS SOBRINHO, O. R. de. **Caracterização física da bacia do Pitimbu - RN.** 1999. 20f. Monografia (Especialização em Engenharia de Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
 - 53) MELO, J. G. de. **Impacto do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de**

- Natal - RN.** 1995. 196f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 54) MINEIRO, F.; PORPINO, I.; PALHANO, E. (Orgs.). **Crimes ambientais em Natal:** Dito e feito 2 – Meio ambiente. Natal: Ver. Fernando Mineiro (PT), 2001. 97 p.
- 55) MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (MOPT). **Guía para la elaboración de estudios del medio físico:** contenido y metodología. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Madrid, 1992. 809 p.
- 56) MOREIRA, I. V. D. Origem e síntese dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental (AIA). PIAB. Rio de Janeiro: MAIA, 1992. 35 p.
- 57) MOREIRA, M. M.; SOUZA, N. M., Carta para disposição de resíduos sólidos do município de Natal – RN e áreas adjacentes. **Revista Geociências**, São Paulo: UNESP, v. 17, n. 01, 1998.
- 58) NATAL. Lei Complementar nº 07, de 05 de setembro de 1994. Plano Diretor de Natal. Define as normas de uso e ocupação do solo na cidade do Natal. **Diário Oficial [do] Estado do Rio Grande do Norte.** Natal, 07 de setembro de 1994. Alterado pela Lei Complementar nº 22, de 18 de agosto de 1999, publicada no Diário Oficial do Estado em 19 de agosto de 1999.
- 59) NATAL. Lei nº 4.100, de 23 de junho de 1992. Dispõe sobre o Código do Meio Ambiente do Município do Natal. Define a Política Municipal de Meio Ambiente, seu sistema e instrumentos de gestão. **Código do Meio Ambiente do Município do Natal, ECONATAL:** Natal, 1992.
- 60) NATAL. Prefeitura Municipal do Natal. Secretaria Municipal de Administração Planejamento e Previdência (SEMAP). **Projeto Natal 2015:** Bases Referenciais para o Planejamento Estratégico da Região Metropolitana do Natal. Natal, 2000a. 1 CD-ROM.
- 61) NATAL. Prefeitura Municipal do Natal. Secretaria Municipal de Administração Planejamento e Previdência (SEMAP). **Natal 400 Anos de Desenvolvimento Humano & Qualidade de Vida.** Natal, 2000b. 1 CD-ROM.
- 62) NAZARÉ JÚNIOR, D. **Mapeamento geológico e gravimétrico da Região de Natal.** 1993. Monografia (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 63) NUNES, E. Aspectos morfo-estruturais, fisiográficos e de coberturas de alterações intempéricas da grande Natal (RN), como base para o macrozoneamento Geo-ambiental. 1996. 191f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro.
- 64) NUNES, E. *et al.* Levantamento integrado da folha Natal-RN. **Caderno Norte-Rio-Grandense de Temas Geográficos**, Natal: Editora Universitária, v. 8, n. 1, p. 5-12, jan./dez., 1994.
- 65) NUNES, E. **O Meio Ambiente da Grande Natal (RN).** Natal: Imagem Gráfica, 2000. 120 p.
- 66) OLIVEIRA, F. F. G. de. Utilização do Sistema de Posicionamento Global – GPS no mapeamento e georeferenciamento ambiental das Zonas de Proteção Ambiental de Natal – RN. 1999. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geografia,

- Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 67) OLIVEIRA, F. G. de. **Autodepuração e monitoramento do rio Pitimbu - RN**. 1994. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 68) OTTONI, Adacto B.; OTTONI, Arthur B. A Importância da Preservação dos Mananciais de Água para a Saúde e Sobrevivência do Ser Humano. *In*: 200 CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1999, Rio de Janeiro, **Anais...** p. 3731-3737.
- 69) PASSOS, R. de S. **Natal em perfil**. 2. ed. Natal: RN Econômico, 1998. 226 p.
- 70) PEREIRA, M. G. Qualidade das águas dos mananciais de superfície utilizados no abastecimento da cidade de Natal: aplicação do IQA nos pontos de captação. 1993. 178f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 71) PIRES, A. S. F. Avaliação de impactos ambientais. **Revista CIPA**, Roupas antichamas, São Paulo, XVII, n. 198, p. 56-77, 1996. Caderno informativo de prevenção de acidentes. Meio Ambiente.
- 72) PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. Bacias hidrográficas: Integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Revista Ciência Hoje**, Águas no Brasil: má-utilização e falta de planejamento, São Paulo, v. 19, n. 110, p. 40-45, jun., 1995.
- 73) PRADO, H. do. **Manual de classificação de solos do Brasil**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 197 p.
- 74) PRATES, M.; GATTO, L. C. S.; COSTA, M. I. P. Geomorfologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SB.24/25 – Jaguaribe/Natal**. v. 23. Rio de Janeiro, 1981. p. 301-348.
- 75) RAMALHO, M. F. de J. L. **Evolução dos processos erosivos nos solos arenosos entre os municípios de Natal e Parnamirim (RN)**. 1999. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro.
- 76) RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 1998. 840 p.
- 77) RIO GRANDE DO NORTE. Constituição (1989). **Constituição do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal, 1989.
- 78) RIO GRANDE DO NORTE. Decreto nº 19.920, de 02 de junho de 2000, republicado em 07 de junho de 2000. Suspende o licenciamento de empreendimentos situados às margens do rio Pitimbu e dá outras Providências. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- 79) RIO GRANDE DO NORTE. Decreto nº 9.100, de 22 de outubro de 1984. Enquadra cursos e reservatórios d'água do Estado na classificação estabelecida na Portaria nº 13/76 do Ministério do Interior, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- 80) RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 5.147, de 05 de setembro de 1982. Dispõe sobre a

- Política e o Sistema Estaduais de Controle e Preservação do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- 81) ROHDE, G. M. Estudos de impacto ambiental e a situação brasileira. **Revista CIPA**, São Paulo, XII, n. 141, p. 19-28, 1991. Caderno informativo de prevenção de acidentes. Meio Ambiente.
- 82) ROSA, H. M. da. Racionamento. **Revista ISTOÉ - DINHEIRO**, São Paulo, n. 197, 06/jun., 2001.
- 83) RUTKOWSK, E. Bacia hidrográfica & bacia ambiental. **Ligação**, Conhecer, São Paulo: Sabesp. Ano III, n. 7, jan./fev., 32 p., 2000. Encarte B.
- 84) SAMPAT, P. Expondo a poluição freática. *In: Estado do Mundo – 2001: relatório do Worldwatch Institute sobre o avanço em direção a uma sociedade sustentável/Lester R. Brown*. Salvador: UMA, 2000. 277 p. p. 22-45.
- 85) SANTOS, A. C. V. dos. **Influência da expansão urbana na paisagem da sub-bacia do rio Pitimbu entre Natal e Parnamirim**. 1999, 93f. Monografia (VII Curso de Especialização em Geografia do Nordeste) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 86) SANTOS, A. C. V. dos; COSTA, A. M. de B. da; SILVA, F. M. da. Caracterização e atuação antrópica na sub-bacia do rio Pitimbu – Natal (RN). *In: SEMANA DE HUMANIDADES*, 6; *SEMINÁRIO DE PESQUISA*, 7, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 1997, Natal, **Anais ...** p. 246-247.
- 87) SECRETARIA DE ESTADO DO TURISMO (SETUR). Programa de Ação para o Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR). Prefeitura Municipal de Parnamirim. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Parnamirim (PDDU)**: relatório da caracterização do município. Natal, 1999.
- 88) SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE (SERHID). **Plano Estadual de Recursos Hídricos**: relatório síntese. Natal, 1998.
- 89) SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE (SERHID). **A água é um bem de todos**. Natal, 1999. Disponível em: <http://www.rn.gov.br/hpgovrn/serhid/rh_cart.htm>. Acesso em: 06 de out. 1999.
- 90) SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (SEPLAN). **Parecer técnico**. Natal, Nov. 1983.
- 91) SILVA, V. L. **As implicações ambientais no entorno da lagoa do Jiqui (RN) em decorrência do processo de ocupação humana**. 1997, 70f. Monografia (VII Curso de Especialização em Geografia do Nordeste) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 92) SILVA, V. L. **Caracterização climática da microbacia do rio Pitimbu - RN**. 1996, 40f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 93) SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. *In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Universidade: ABRH: EDUSP, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4, 1993. 943 p. p. 35-51.

- 94) SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE DO BRASIL (SUDENE). **Levantamento exploratório:** reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife, 1971. 531 p. (Boletim, 21).
- 95) VELHOS problemas desafiam Natal no novo milênio. **Diário de Natal**, Natal, 31 dez. 2000. Disponível em: <<http://www.dnonline.com.br/dnol/dnet/mats/cidmat01.htm>>. Acesso em: 31 dez. 2000.
- 96) VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991.
- 97) VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Will do Brasil, 1975. 245 p.