



PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA MACHADO

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL –  
instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa de  
Chapéu D’Uvas/MG

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de Concentração: Ordenamento Territorial; Linha de Pesquisa: Ordenamento Territorial Ambiental.

Orientadora: Professora Dra. SANDRA BAPTISTA DA CUNHA

NITERÓI

2012

M149

Machado, Pedro José de Oliveira

Diagnóstico ambiental e ordenamento territorial:  
instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa  
de Chapéu D'Uvas, MG / Pedro José de Oliveira Machado. –  
Niterói : [s.n.], 2012.  
243 f.

Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal  
Fluminense, 2012.

1.Gestão ambiental. 2.Diagnóstico ambiental.  
3.Ordenamento territorial. 4.Zoneamento ambiental. 5.Gestão de  
bacia hidrográfica. I.Título.

CDD 333.91098151

**Pedro José de Oliveira Machado**

**Diagnóstico Ambiental e Ordenamento Territorial – instrumentos para a gestão  
da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas/MG**

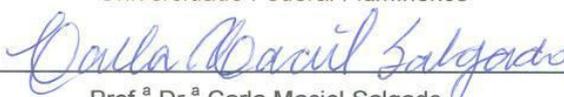
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Geografia da Universidade Federal Fluminense,  
como requisito parcial para obtenção do Grau de  
Doutor em Geografia. Área de Concentração:  
Ordenamento Territorial e Ambiental

Aprovada em 10 de setembro de 2012.

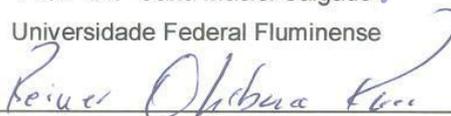
**BANCA EXAMINADORA**



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra Baptista da Cunha  
Universidade Federal Fluminense



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Maciel Salgado  
Universidade Federal Fluminense



Prof. Dr. Reiner Olibano Rosas  
Universidade Federal Fluminense



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sônia Vidal Gomes da Gama  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Antônio Cezar Leal  
Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho

Niterói

2012

Este trabalho é exclusivamente dedicado ao meu Pai, Sírsio Fonseca Machado, meu melhor amigo, meu maior fã e meu eterno ídolo, que nos deixou em abril de 2009, justamente quando começava minha jornada no doutorado e, à minha Mãe, Isaura Jorge de Oliveira Machado, que aos oitenta anos ainda encontra forças para resistir aos avanços do Alzheimer. A eles devo a vida. A eles devo tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

A execução de um trabalho tão longo e profundo, como a construção de uma tese, só se viabiliza com a ajuda e mobilização de muitas pessoas, merecedoras de destacado reconhecimento, proporcional aos inúmeros pedidos atendidos e ao conhecimento que ajudaram a concretizar.

Gostaria de registrar meu agradecimento aos seguintes órgãos: AMPAR, ArcelorMittal Bioenergia, Arquivo Histórico da PJJ, Arquivo Histórico da UFJF, CEMIG, CESAMA, IBAMA/Juiz de Fora, IBGE/Juiz de Fora, Instituto Itamar Franco, Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental/UFJF, Laboratório de Geoprocessamento Aplicado/UFJF, Núcleo de Análise Geo-Ambiental/UFJF, Serra Azul Engenharia e Universidade Federal de Juiz de Fora.

Meu agradecimento especial a Sandra Baptista da Cunha (orientadora, professora e amiga, que misturou estímulo e cobrança, atenção e amizade, nas doses que precisavam ser administradas); Helma Gomes de Lima (agente da Imprensa Nacional, que levantou todas as publicações referentes à Barragem de Chapéu D'Uvas no Diário Oficial da União, possibilitando entender o longo histórico de sua construção); Jorge Staico (maior conhecedor da dinâmica hidrológica da bacia do Paraibuna, que nos deixou em fevereiro de 2010, mas cujo convívio foi decisivo para estabelecer os rumos dessa pesquisa); Munick D' Lourdes Ferreira Barbosa (que produziu quase todas as fotografias, figuras e esquemas da tese, além de ter sido companheira fiel nos muitos e cansativos trabalhos de campo); Paulo Afonso Valverde Júnior (Presidente do Comitê CBH Preto e Paraibuna, que dispensou atenção inigualável à solução e entendimento de inúmeras questões técnicas e jurídicas); Ricardo Neves de Souza Lima (responsável por todo trabalho cartográfico, que empenhou sua competência para tornar visíveis dados e informações através de seus mapas).

E às seguintes pessoas: Albano Délio Fernandes, Ana Beatriz Rodrigues Gonçalves, Antônio dos Santos de Mello, Antônio Paulo de Gusmão, Cezar Henrique Barra Rocha, Demétrius Vasconcelos, Everaldo Ferreira de Paula, Francisco de Assis Araújo, Itamar Augusto Cautiero Franco, Jair Antônio da Silva, João Alberto Campos de Abreu, Luiz Carlos Alcântara Júnior, Luiz Evaristo Dias de Paiva, Marcelo Mello do Amaral, Paulo José Amorim Soares, Paulo Mendes Soares, Rosângela de Assis Nicolau, Rubens Coelho de Mello e Vanderlei Tomáz.

**“O Homem pode tudo quanto sabe”  
(Francis Bacon)**

## RESUMO

Juiz de Fora, maior cidade da Zona da Mata Mineira e uma das principais cidades do Estado de Minas Gerais, tem experimentado nas últimas décadas um expressivo processo de expansão urbana e de crescimento demográfico, o que tem gerado um significativo aumento das demandas por infraestrutura básica. O serviço de abastecimento de água, em especial, tem sofrido grande pressão, tanto pelo crescimento da população, quanto pelo constante aumento do consumo *per capita*. Essa situação obrigou a Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA) a investir na viabilização de outro manancial para o futuro abastecimento público, com a utilização das águas do Rio Paraibuna, represadas pela Barragem de Chapéu D'Uvas. Entretanto, por localizar-se fora da área do município, a utilização desse manancial vai demandar a gestão negociada e compartilhada de toda a bacia de contribuição, que ocupa parte do território dos municípios de Antônio Carlos, Ewbank da Câmara e Santos Dumont. O objetivo principal dessa tese é justamente apresentar e discutir um conjunto de proposições para o ordenamento territorial da bacia, que possam subsidiar os processos relativos à sua gestão, de modo a garantir a melhor, mais ampla e mais longa utilização de seus recursos. A metodologia adotada fundamentou-se na prévia elaboração dos diagnósticos físico-ambiental e socioeconômico, de uso e cobertura do solo, cujas informações possibilitaram realizar o zoneamento ambiental da bacia, a partir da avaliação de indicadores físicos, sociais e econômicos, permitindo a identificação das áreas de maior vulnerabilidade. Os principais resultados obtidos foram o conhecimento mais detalhado de suas características ambientais e socioeconômicas, o reconhecimento e mapeamento das áreas mais vulneráveis da bacia e a proposição de um conjunto de planos e programas de atuação.

Palavras-chave: Diagnóstico ambiental; Zoneamento ambiental; Ordenamento territorial; Gestão de bacia hidrográfica.

## ABSTRACT

Juiz de Fora, the largest city in the Zona da Mata Mineira and one of the main cities in the state of Minas Gerais, Brazil, has experimented a significant process of urban expansion in the last decades. This process has demanded a number of services and infrastructural investments. The water supply service, especially, has been under great pressure due to the significant demographic growth and the increase of the *per capita* consumption. This situation has forced the Municipal Sanitation Company (CESAMA) to invest in the viabilization of another manantial for future public supply, with the use of the waters of the Paraibuna River, dammed at Chapéu D'Uvas. Nonetheless, due to the fact that the dam is located outside the municipal area, and because of its peculiar characteristics, the use of resources from that spring will demand an adequate management of all its hydrographic basin. For this reason, the research area of this dissertation, besides the Chapéu D'Uvas dam, comprehends the Chapéu D'Uvas impoundment and its respective hydrographic basin, which occupies part of the towns of Antônio Carlos, Ewbank da Câmara and Santos Dumont. In addition to recovering the history of the construction of the dam, the main purpose of this research is to present and discuss a set of ideas and propositions that will subsidize the management of the basin, in order to endow the processes related to the basin's management, and to guarantee the best, more extensive and longest use of its resources. The methodology used is substantiated in the previous elaboration of physical-environmental, socioeconomic, and soil use diagnostic. These data allow us to elaborate a basin zoning according to its physical-environmental, socioeconomic, soil use indicators. This methodology permits the recognition of the basin units which were most vulnerable to erosion processes and water quality degradation. The main results achieved were a more detailed knowledge of the environmental and social characteristics of the basin, the recognition and mapping of its more vulnerable areas, and the proposition of a series of action plans in order to promote its future management and land planning.

Key-Words: Environmental diagnostic; Environmental zoning; Territorial planning; River basin management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul	23
Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna, com destaque para a localização da BCRCD	24
Figura 3 – Localização político-administrativa da Barragem de Chapéu D’Uvas, da Represa de Chapéu D’Uvas e da BCRCD	26
Figura 4 – Esquema de gestão territorial ambiental	42
Figura 5 – Proposta de açudagem na bacia do Rio Paraibuna	45
Figura 6 – Bacia hidrográfica do Rio Paraibuna: pontos de interesse	47
Figura 7 – Barragem de Chapéu D’Uvas (planta geral)	51
Figura 8 – Casa de pau-a-pique, típica da antiga localidade de Paraibuna, antes da formação da Represa de Chapéu D’Uvas	59
Figura 9 – Construção da atual Colônia de São Firmino, com melhoria do padrão construtivo e presença de infraestrutura, como calçamento e energia elétrica	59
Figura 10 – Localização da BCRCD na Zona da Mata Mineira e na Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna	62
Figura 11 – Distribuição média mensal das precipitações na ECP/JF (1973/2010) e na estação pluviométrica da ANA (1950/2010)	65
Figura 12 – Unidades geológicas da BCRCD, segundo o Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, CPRM, 1991	69
Figura 13 – Unidades de mapeamento de solos da BCRCD, segundo o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais	75
Figura 14 – Hipsometria da BCRCD	78
Figura 15 – Unidades de relevo da BCRCD, segundo o Mapa de Geomorfologia do Baixo Paraíba do Sul	81
Figura 16 – Perfil topográfico da BCRCD (corte AB)	84
Figura 17 – Classes de declividade da BCRCD	87
Figura 18 – Nascente do Rio Paraibuna em terras da Fazenda Campinho, município de Antônio Carlos	88

Figura 19 – Esquema representativo do Rio Paraibuna e seus principais afluentes, desde sua nascente até a Barragem de Chapéu D’Uvas	90
Figura 20 – Rede hidrográfica formadora da Represa de Chapéu D’Uvas	91
Figura 21 – Perfil longitudinal do Rio Paraibuna, desde sua nascente até a Barragem de Chapéu D’Uvas	94
Figura 22 – Local de coleta das amostras de água pela CESAMA, próximo à barragem	97
Figura 23 – Categorias de áreas de preservação permanente (APP) presentes na BCRCD	103
Figura 24 – Configuração político-administrativa da BCRCD	108
Figura 25 – Principais categorias de uso e cobertura do solo na BCRCD	121
Figura 26 – Cobertura de pastos, dominante na bacia, que em terras da Fazenda do Engenho, avançam até a margem da Represa de Chapéu D’Uvas	123
Figura 27 – Localização típica das matas na BCRCD, no topo dos morros, circundadas por pastos, no município de Antônio Carlos	125
Figura 28 – Cultivo homogêneo de eucalipto, próximo à comunidade do Pião, município de Santos Dumont	127
Figura 29 – Grande área de solo exposto à margem da Represa de Chapéu D’Uvas, próxima à barragem	128
Figura 30 – Local de recreação e pesca, no sopé do morro do cemitério da antiga vila de Dores do Paraibuna	130
Figura 31 – Tradicional ponto de pesca, no ancoradouro da balsa, em Ewbank da Câmara	130
Figura 32 – Vista do Hotel Fazenda Alvorada, em Santos Dumont	132
Figura 33 – Cachoeira do Ribeirão Lambari, formador da Represa de Chapéu D’Uvas, em Ewbank da Câmara	132
Figura 34 – Cultivo de milho, próximo à localidade de Samambaia, município de Santos Dumont	133
Figura 35 – Ocupação “week end” em Ewbank da Câmara: casas recentes e de melhor padrão construtivo	136
Figura 36 – Localidade de Paraibuna, à margem da represa, formada por casas mais simples	136

Figura 37 – Vista geral da vila de Nova Dores do Paraibuna, maior aglomerado da bacia	139
Figura 38 – Vias e principais vetores de expansão da BCRC	145
Figura 39 – Vista da MG 135, num ponto próximo à nascente do Rio Paraibuna, em Antônio Carlos	146
Figura 40 – Trecho enlameado da Estrada Santos Dumont x Bias Fortes, próximo à localidade de Samambaia	147
Figura 41 – Estrada que liga o bairro Mantiqueira (Santos Dumont) à localidade de Passa Três (Antônio Carlos).	148
Figura 42 – Metodologia utilizada para o zoneamento da BCRC	150
Figura 43 – Alteração na conformação de pequenas bacias em função da criação da Represa de Chapéu D’Uvas	152
Figura 44 – Divisão da BCRC em 13 unidades hidrográficas	154
Figura 45 – Zoneamento físico-ambiental da BCRC	173
Figura 46 – Zoneamento socioeconômico da BCRC	185
Figura 47 – Estrutura do plano diretor de ordenamento territorial da BCRC	193

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados gerais da represa e da bacia de contribuição	50
Tabela 2 – Desapropriações para formação da Represa de Chapéu D’Uvas	55
Tabela 3 – Dados pluviométricos médios, registrados na ECP/JF (1973/2010) e na estação pluviométrica da ANA (1950/2010)	64
Tabela 4 – Temperatura média mensal registrada na ECP/JF (1973/2010)	65
Tabela 5 – Unidades geológicas da BCRCD	68
Tabela 6 – Distribuição das unidades de relevo na BCRCD	80
Tabela 7 – Distribuição dos intervalos de declividade na BCRCD	86
Tabela 8 – Hierarquia das microbacias que compõem a BCRCD	93
Tabela 9 – Pontos do perfil longitudinal do Rio Paraibuna na BCRCD	94
Tabela 10 – Parâmetros de qualidade das águas da Represa de Chapéu D’Uvas observados entre maio/2005 e dezembro/2010	97
Tabela 11 – Contagem de <i>Cylindrospermopsis raciborski</i> na Represa de Chapéu D’Uvas, em 04 de abril de 2002	99
Tabela 12 – Contagem de <i>Cylindrospermopsis</i> na Represa de Chapéu D’Uvas (células/ml), 2005/2010	101
Tabela 13 – Categorias de APP presentes na BCRCD	104
Tabela 14 – Municípios da BCRCD: evolução da população residente	109
Tabela 15 – Evolução da população do distrito de Dores do Paraibuna	112
Tabela 16 – População estimada para a BCRCD em 2010, por município	113
Tabela 17 – Produto interno bruto (PIB) dos municípios da BCRCD (2008)	115
Tabela 18 – IPS dos municípios da BCRCD, segundo o ZEEMG/2008	116
Tabela 19 – Sistema de abastecimento de água nos municípios da BCRCD	117
Tabela 20 – Sistema de esgoto nos municípios da BCRCD	117
Tabela 21 – Destinação dos resíduos sólidos nos municípios da BCRCD	118
Tabela 22 – Classes de cobertura do solo presentes na BCRCD	120
Tabela 23 – Dados dos estabelecimentos agropecuários (2006)	134
Tabela 24 – Dados da atividade pecuária (n.º de cabeças/2009)	134
Tabela 25 – Produção leiteira (2009)	134
Tabela 26 – Localidades presentes na BCRCD	138

Tabela 27 – Unidades hidrográficas da BCRC	153
Tabela 28 – Escala de vulnerabilidade segundo o parâmetro declividade	155
Tabela 29 – Intervalos de declividade presentes nas unidades hidrográficas da BCRC, em km <sup>2</sup>	158
Tabela 30 – Aplicação dos pesos da escala de vulnerabilidade às unidades hidrográficas, segundo seus intervalos de declividade	159
Tabela 31 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, para o parâmetro declividade	159
Tabela 32 – Vulnerabilidade à erosão superficial das unidades hidrográficas da BCRC, segundo o parâmetro declividade	160
Tabela 33 – Escala de vulnerabilidade para o parâmetro cobertura do solo	162
Tabela 34 – Coberturas do solo presentes nas unidades hidrográficas da BCRC, em km <sup>2</sup>	162
Tabela 35 – Aplicação dos pesos da escala de vulnerabilidade às unidades hidrográficas, segundo seus diferentes tipos de cobertura do solo	163
Tabela 36 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, para o parâmetro cobertura do solo	164
Tabela 37 – Vulnerabilidade à erosão superficial das unidades hidrográficas da BCRC, segundo o parâmetro cobertura do solo	164
Tabela 38 – Escala de vulnerabilidade segundo o parâmetro erodibilidade dos solos	166
Tabela 39 – Unidades de mapeamento de solos presentes na BCRC, por unidade hidrográfica, em km <sup>2</sup>	167
Tabela 40 – Tipos de solos presentes nas unidades hidrográficas da BCRC, segundo as unidades de mapeamento, em km <sup>2</sup>	167
Tabela 41 – Aplicação dos pesos da escala de vulnerabilidade às unidades hidrográficas, segundo seus diferentes tipos de solos	168
Tabela 42 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, segundo o parâmetro erodibilidade dos solos	169
Tabela 43 – Vulnerabilidade à erosão superficial das unidades hidrográficas da BCRC, segundo o parâmetro erodibilidade do solo	169
Tabela 44 – Somatório dos valores de vulnerabilidade à erosão superficial hídrica, por unidades hidrográficas da BCRC	170

Tabela 45 – Intervalos de domínio das classes finais de vulnerabilidade à erosão superficial	171
Tabela 46 – Classificação final das unidades hidrográficas da BCRCO, segundo sua vulnerabilidade à erosão superficial	171
Tabela 47 – População total residente e densidade demográfica da BCRCO, por unidade hidrográfica, em 2010	176
Tabela 48 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, segundo o parâmetro população total residente	177
Tabela 49 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, segundo o parâmetro densidade demográfica	177
Tabela 50 – Vulnerabilidade das unidades hidrográficas da BCRCO, segundo o parâmetro população total residente	178
Tabela 51 – Vulnerabilidade das unidades hidrográficas da BCRCO, segundo o parâmetro densidade demográfica	178
Tabela 52 – Densidade de vias na BCRCO, por unidade hidrográfica, em km/km <sup>2</sup>	180
Tabela 53 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, segundo o parâmetro densidade de vias	180
Tabela 54 – Vulnerabilidade das unidades hidrográficas da BCRCO, segundo o parâmetro densidade de vias	181
Tabela 55 – Somatório dos valores de vulnerabilidade socioeconômica, por unidades hidrográficas da BCRCO	182
Tabela 56 – Intervalos de domínio das classes finais de vulnerabilidade socioeconômica	183
Tabela 57 – Classificação final das unidades hidrográficas da BCRCO, segundo sua vulnerabilidade à degradação das águas da represa	183
Tabela 58 – Classificação das unidades hidrográficas segundo os resultados dos zoneamentos físico-ambiental e socioeconômico	184

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais características técnicas e operacionais da Barragem de Chapéu D’Uvas	52
Quadro 2 – Histórico de construção da Barragem de Chapéu D’Uvas	53
Quadro 3 – Distribuição e Identificação das Unidades de mapeamento de solos da BCRC	74
Quadro 4 – Táxons adotados para identificar as formas de relevo da BCRC	80
Quadro 5 – Relação entre declividade e formas de relevo	85
Quadro 6 – Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes	96
Quadro 7 – Potencialidades e fragilidades das unidades hidrográficas da BCRC	222
Quadro 8 – Ações e recomendações para as unidades hidrográficas da BCRC	223

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul  
ALAGO – Associação dos Municípios do Lago de Furnas  
AMPAR – Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Paraibuna  
ANA – Agência Nacional de Águas  
APP – Área de preservação permanente  
BCRCD – Bacia de contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas  
CAP – Consórcio do Alto Paraibuna  
CBCC – Companhia Brasileira de Carbureto de Cálcio  
CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica  
CEEIBH – Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas  
CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul  
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais  
CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais  
CME – Companhia Mineira de Eletricidade  
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
CERH-MG – Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais  
CESAMA – Companhia de Saneamento Municipal  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
COPPETEC – Fundação Coordenação de projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DNOS – Departamento Nacional de Obras de Saneamento  
DOU – Diário Oficial da União  
ECP/JF – Estação Climatológica Principal/Juiz de Fora  
EMASA – Empresa Municipal de Água e Saneamento  
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
ETA – Estação de Tratamento de Água  
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).  
FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente  
FPM – Fundo de Participação dos Municípios  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMS – Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços  
IEF – Instituto Estadual de Florestas  
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
INEA – Instituto Estadual do Ambiente  
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
IPS – Índice de Potencialidade Social  
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano  
MAITA – Macro-área de Interesse Turístico e Ambiental  
MIN – Ministério da Integração Nacional  
MINTER – Ministério do Interior  
MMA – Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal  
OD – Oxigênio Dissolvido  
PACUERA – Plano de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial  
PCA – Plano de Controle Ambiental  
PNOT – Política Nacional de Ordenamento Territorial  
PIB – Produto Interno Bruto  
PJF – Prefeitura de Juiz de Fora  
PNSB – Programa Nacional de Segurança de Barragens  
PS 1 – Paraíba do Sul 1  
PS 2 – Paraíba do Sul 2  
PSA – Pagamento por Serviços Ambientais  
RCA – Relatório de Controle Ambiental  
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às micro e Pequenas Empresas  
SEGRH/ MG – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
SEAM – Secretaria de Estado de Assuntos Municipais  
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial  
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
SMJ – Siderúrgica Mendes Júnior  
UFLA – Universidade Federal de Lavras  
UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora  
UFM – Unidade Fiscais do Município  
UFV – Universidade Federal de Viçosa  
ZAC – Zona de Adensamento Controlado  
ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico  
ZEEMG – Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	21
<b>CAPÍTULO 1 – CONCEITOS NORTEADORES</b>	28
1.1 – Diagnóstico ambiental	28
1.2 – Zoneamento ambiental	31
1.3 – Ordenamento territorial	34
1.4 – Gestão de bacia hidrográfica	38
<b>CAPÍTULO 2 – HISTÓRICO DE CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM DE CHAPÉU D’UVAS</b>	43
2.1 – Da concepção à construção	43
2.2 – Um manancial de conflitos	54
<b>CAPÍTULO 3 – DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL</b>	60
3.1 – Condições climáticas	61
3.2 – Geologia	67
3.3 – Pedologia	73
3.4 – Geomorfologia	77
3.5 – Declividade	85
3.6 – Recursos hídricos	88
3.7 – Qualidade das águas	95
3.8 – Áreas de preservação permanente (APP)	102
<b>CAPÍTULO 4 – DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO, DE USO E COBERTURA DO SOLO</b>	107
4.1 – Demografia	109
4.1.1 – Estimativa da população da bacia	111
4.2 – Economia	114
4.3 – Saneamento básico	117
4.4 – Usos e cobertura do solo	119
4.4.1 – Cobertura do solo	120
4.4.1.1 – Pastos	122
4.4.1.2 – Florestas	123
4.4.1.3 – Silvicultura	125
4.4.1.4 – Solo exposto	127

4.4.2 – Usos do solo	129
4.4.2.1 – Lazer	129
4.4.2.2 – Turismo	131
4.4.2.3 – Atividades agropecuárias	133
4.4.2.4 – Ocupação humana	135
4.5 – Vetores de expansão	144
<b>CAPÍTULO 5 – ZONEAMENTO DA BCRC</b>	<b>149</b>
5.1 – Zoneamento físico-ambiental da BCRC	155
5.1.1 – Declividades	157
5.1.2 – Uso e cobertura do solo	161
5.1.3 – Erodibilidade dos solos	165
5.1.4 – Síntese do zoneamento físico-ambiental	170
5.2 – Zoneamento socioeconômico da BCRC	174
5.2.1 – População total residente e densidade demográfica	175
5.2.2 – Densidade de vias	179
5.2.3 – Síntese do zoneamento socioeconômico	182
<b>CAPÍTULO 6 – PROPOSIÇÕES PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL</b>	<b>186</b>
6.1 – Organização para gestão	187
6.2 – Plano de diretor de ordenamento territorial da BCRC	191
6.2.1 – Plano diretor de saneamento e infraestrutura	193
6.2.2 – Plano diretor de recursos hídricos	196
6.2.3 – Plano diretor de ocupação e ordenamento	198
6.2.3.1 – Lote mínimo	199
6.2.3.2 – Taxa de impermeabilização	201
6.2.3.3 – Taxa de ocupação	202
6.2.3.4 – Coeficiente de aproveitamento	202
6.2.4 – Plano diretor de usos múltiplos	203
6.2.4.1 – Atividade turística	205
6.2.4.2 – Uso residencial	207
6.2.4.3 – Uso agropecuário	209
6.2.4.4 – Uso industrial	211
6.2.4.5 – Outros usos	212
6.2.5 – Plano de recuperação ambiental	212

6.2.5.1 – Programa de fomento à mata em pé	212
6.2.5.2 – Programa de controle e prevenção da erosão	216
6.2.5.3 – Programa de educação ambiental	220
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	224
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	229

## INTRODUÇÃO

Juiz de Fora se localiza no sudeste do Estado de Minas Gerais, na tradicional região da Zona da Mata Mineira. Sua posição geográfica – entre três importantes centros urbanos do país, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo, de fácil acesso, mas de considerável distância – fez com que ela se tornasse pólo para inúmeras cidades menores localizadas em meio a esse triângulo, extrapolando sua influência para além da Zona da Mata, atingindo diversas cidades do Estado do Rio de Janeiro.

Sua maior e mais diversificada oferta de produtos, bens e serviços resultou em igual e significativa concentração econômica e demográfica, diferenciando-a da maior parte das cidades à sua volta, que têm se caracterizado pela expressiva perda de recursos humanos e econômicos.

Um dos efeitos resultantes dessa situação foi o destacado crescimento demográfico do município. Em 60 anos, sua população mais que quadruplicou, passando de 114.531 habitantes, em 1950, para 517.872, em 2010. Igualmente relevante é o aspecto qualitativo desse crescimento, pois paralelamente ao grande incremento demográfico ocorreu uma expressiva concentração na área urbana, que abrigava, em 2010, 98,86% da população total.

Essa nova realidade do processo de urbanização, no entanto, tem exigido da cidade, um conjunto de obras, serviços e investimentos, geralmente denominado de infraestrutura básica, cuja demanda tem crescido numa velocidade bem maior que a capacidade de atendimento das sucessivas administrações municipais.

Dentre os vários impactos advindos desse aumento de demandas públicas, motivado pelo desenvolvimento econômico e/ou pelo crescimento e concentração da população, o principal talvez seja aquele que se dá sobre o elemento que mais nos é essencial e insubstituível: a água.

Uma das questões ambientais mais problemáticas da atualidade relaciona-se, exatamente, às reservas de água doce, em quantidade, qualidade e acessibilidade, capazes de suprir o consumo humano atual e futuro, pois a utilização indevida dos recursos hídricos e a falta de planejamento e gestão adequada têm gerado graves problemas, sobretudo nos mananciais destinados ao abastecimento público.

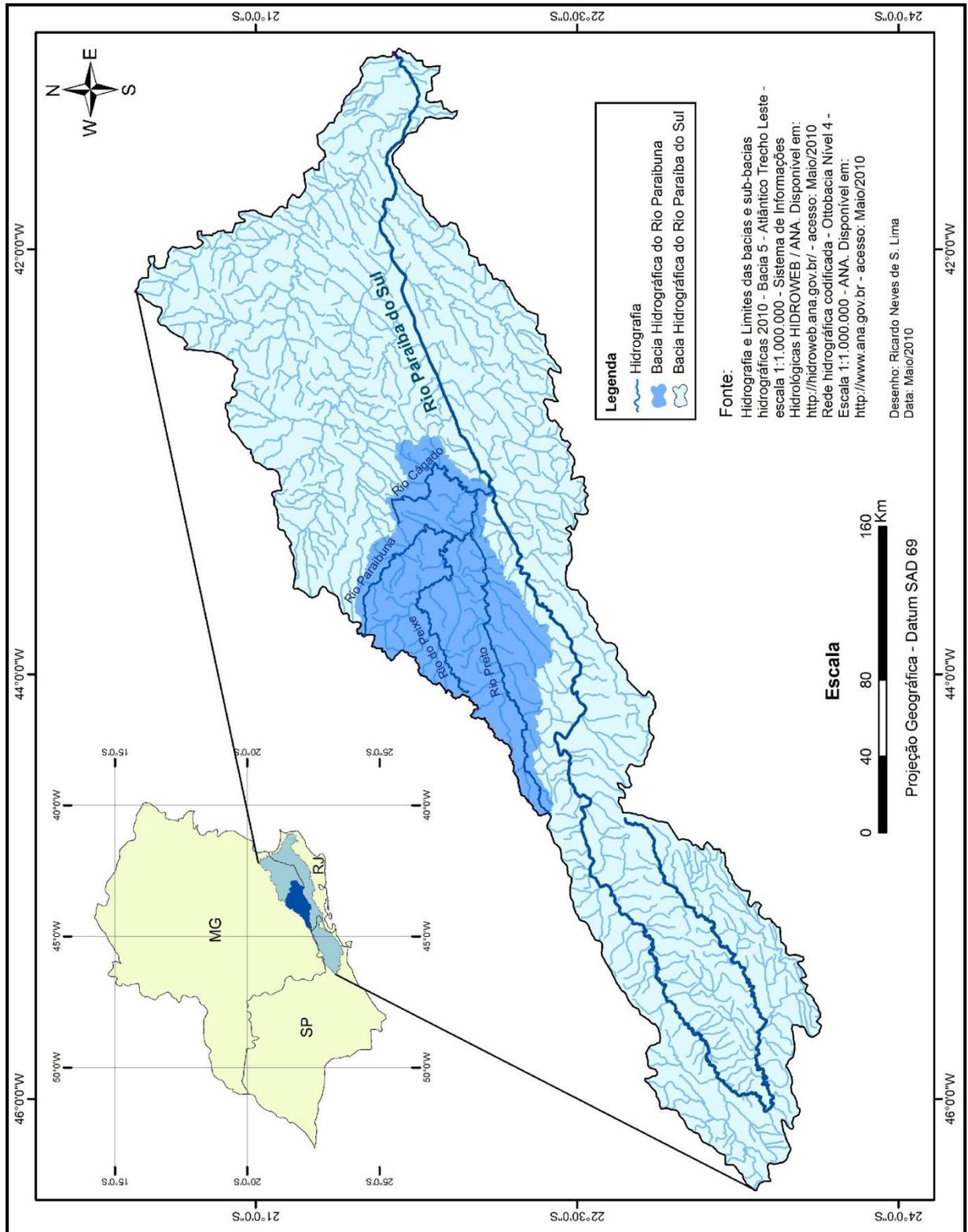
Essa situação é bem evidente em Juiz de Fora, onde a rápida expansão da malha urbana vem se dando, em muitos casos, na direção das áreas dos atuais mananciais, responsáveis pelo abastecimento da cidade.

O avanço do processo de urbanização, o rápido crescimento demográfico, o aumento do consumo *per capita* e as dificuldades de ampliação do sistema atual, obrigaram a Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA) a investir em outro manancial para o futuro abastecimento público, com a utilização das águas do Rio Paraibuna, represadas pela Barragem de Chapéu D'Uvas.

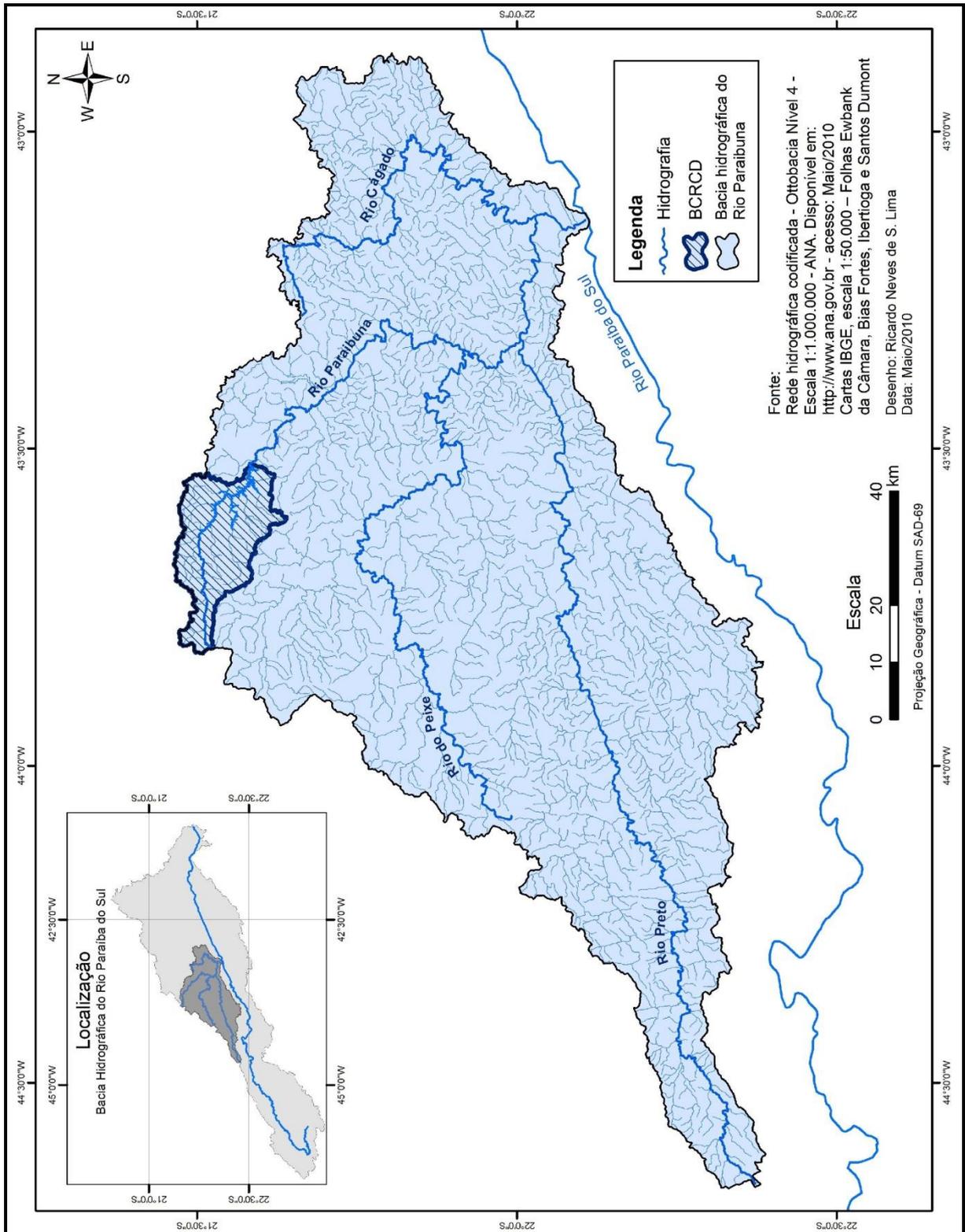
Nesse contexto, se insere a área-objeto de pesquisa dessa tese, aqui identificada como BCRC (Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas), manancial de estratégica importância para o futuro abastecimento de Juiz de Fora, mas que abriga um leque de situações conflituosas tão expressivas quanto o potencial de utilização de suas águas.

Para melhor compreensão da área de pesquisa, optou-se por apresentá-la a partir do grande sistema hidrográfico do qual faz parte. A área se localiza na parte mineira da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul que, por sua vez, ocupa uma área de 55.500km<sup>2</sup>, abrangendo o Vale do Paraíba Paulista (13.900km<sup>2</sup>), a Zona da Mata Mineira (20.700km<sup>2</sup>) e quase metade do Estado do Rio de Janeiro (20.900km<sup>2</sup>). Apesar da pequena expressão territorial – 0,7% do território brasileiro e 6% da Região Sudeste – essa bacia abriga uma das áreas mais industrializadas do país, responsável por cerca de 10% do PIB nacional, abastecendo com suas águas, a paulistas, fluminenses e mineiros, além dos cerca de 9 milhões de habitantes da região metropolitana do Rio de Janeiro, que se beneficiam com a transposição diária de grandes volumes para o Rio Guandu (FORMIGA-JOHNSSON, 2005:07).

Dentro da bacia do Rio Paraíba do Sul destaca-se o Rio Paraibuna, cuja bacia abrange 8.558km<sup>2</sup> dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (**Figura 1**), nesse último ocupando 7.222km<sup>2</sup>. O Paraibuna nasce na Serra da Mantiqueira, a 1.174m de altitude e, após percorrer 181,46km, servir de divisa natural entre Minas Gerais e Rio de Janeiro e receber afluentes importantes, como os rios do Peixe, Preto e Cágado (**Figura 2**), deságua na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, a 258m de altitude, entre os municípios de Chiador (MG) e Três Rios (RJ).



**Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**



**Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna, com destaque para a localização da BCRCD**

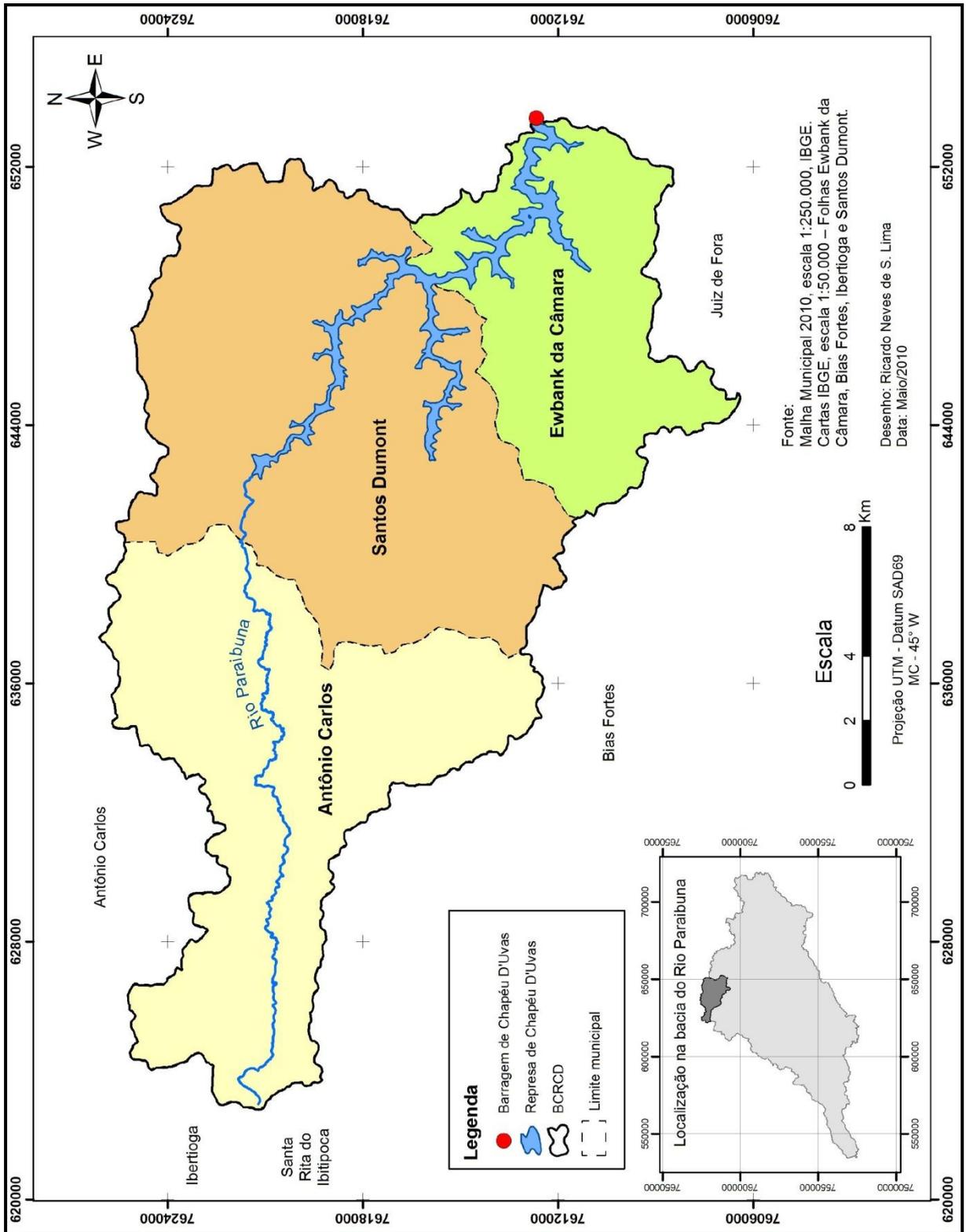
A partir da **figura 3**, é possível observar aquele que se constitui no maior problema relacionado à utilização desse manancial. Ao contrário do que ocorre com os atuais mananciais de abastecimento público, que têm suas bacias hidrográficas integralmente inseridas na área municipal de Juiz de Fora, a Barragem de Chapéu D'Uvas, a Represa de Chapéu D'Uvas e sua bacia de contribuição, localizam-se em território de outros municípios.

A barragem foi construída em área pertencente ao município de Ewbank da Câmara, a represa ocupa área dos municípios de Ewbank da Câmara (47,53%) e Santos Dumont (52,47%), enquanto os 313,23km<sup>2</sup> da bacia de contribuição dividem-se pelos territórios de Ewbank da Câmara (20,69%), Antônio Carlos (35,27%) e Santos Dumont (44,04%).

Essa situação político-administrativa acabou gerando um grande conflito de interesses, entre jusante e montante, pois enquanto Juiz de Fora vê a área como um manancial capaz de solucionar seus problemas de abastecimento público por longo tempo, as administrações dos municípios de montante, suas populações e os agentes imobiliários, enxergam a possibilidade de explorar seu potencial turístico e de ocupação, atividades vistas como capazes de incrementar a economia local.

Exatamente por esta razão, a utilização dos recursos desse manancial vai demandar, acima de tudo, a gestão compartilhada, negociada e consorciada de toda a sua bacia, incluindo Juiz de Fora, beneficiário iminente e os municípios formadores da bacia de contribuição.

Assim, o objetivo principal dessa tese, consiste em apresentar e discutir um conjunto de idéias e proposições para o ordenamento territorial da bacia, subsidiando os processos relativos à sua futura gestão, tendo em perspectiva, garantir a melhor, mais ampla e mais longa utilização de seus recursos, especialmente os hídricos. Para isso, como objetivos específicos, duas etapas se tornam preliminarmente importantes: 1) a elaboração do diagnóstico ambiental, com o reconhecimento de suas principais características físicas (diagnóstico físico-ambiental) e demográficas, econômicas e infraestruturais (diagnóstico socioeconômico, de uso e cobertura do solo) e 2) a realização do zoneamento da bacia, que fundamentado nas informações do diagnóstico ambiental, busca reconhecer suas áreas de maior vulnerabilidade, avaliando parâmetros físicos e demográficos, relacionados à qualidade e quantidade das águas do manancial.



**Figura 3 – Localização político-administrativa da Barragem de Chapéu D'Uvas, da Represa de Chapéu D'Uvas e da BCRCD**

O trabalho está estruturado em seis capítulos, organizados de forma a atender aos objetivos da pesquisa. No primeiro capítulo são discutidos os conceitos que fundamentam a tese, diagnóstico ambiental, zoneamento ambiental, ordenamento territorial e gestão de bacia hidrográfica.

O capítulo 2 resgata o longo histórico de construção da barragem, obra que embora concebida com a importante função de proteger Juiz de fora contra as inundações do Paraíba, somente se concretizou em razão das favoráveis e decisivas circunstâncias políticas, devendo seu início, em 1957 e sua conclusão, em 1994, à presença de mineiros na presidência da República.

O capítulo 3 apresenta as principais características físicas da bacia (clima, geologia, pedologia, geomorfologia, declividade, recursos hídricos, qualidade das águas e APP), tendo o objetivo de reunir e organizar um banco de dados e informações, de modo a suprir a lacuna de estudos específicos sobre a área e, ao mesmo tempo, fornecer subsídios para a elaboração do zoneamento ambiental.

No capítulo 4 é apresentado o diagnóstico socioeconômico, de uso e cobertura do solo, abrangendo um estudo das principais características demográficas, econômicas e de saneamento básico dos municípios formadores da bacia e um estudo específico da BCRCD, suas atividades econômicas, uso e cobertura do solo, vetores de expansão e uma descrição das localidades existentes.

O zoneamento da bacia, capítulo 5, buscou reconhecer e mapear seus principais pontos de vulnerabilidade, especificamente aqueles ligados aos dois principais problemas que podem afetar negativamente as águas da Represa de Chapéu D'Uvas: (a) o assoreamento, resultado da atuação de processos erosivos, que implica na redução da quantidade das águas armazenadas e (b) a introdução de esgotos orgânicos, que pode acarretar na perda da qualidade das águas da represa. O zoneamento da BCRCD está dividido em duas partes: o Zoneamento Físico-Ambiental objetiva identificar as áreas mais vulneráveis à erosão superficial hídrica, a partir da avaliação dos parâmetros erodibilidade, declividade e cobertura do solo; e o Zoneamento Socioeconômico, que avalia parâmetros ligados à população (população total, densidade demográfica e densidade de vias), buscando identificar as áreas mais vulneráveis à degradação da qualidade das águas da represa.

O capítulo 6, fundamentado no diagnóstico e no zoneamento, apresenta e discute um conjunto de idéias e proposições para o ordenamento territorial e para a gestão da bacia.

## CAPÍTULO 1

### CONCEITOS NORTEADORES

Este capítulo apresenta alguns conceitos fundamentais, constantemente utilizados ao longo do trabalho. Assim, torna-se oportuno abordá-los para que se faça clara a sua forma de inserção dentro da linguagem adotada.

#### 1.1 – Diagnóstico ambiental

O diagnóstico ambiental constitui etapa inicial e fundamental do processo de gestão territorial ambiental e, portanto, também dos recursos hídricos de qualquer bacia hidrográfica. Consiste num conjunto de levantamentos sobre a situação dos elementos sócio-ambientais da área, “um parecer sobre a saúde do ecossistema”, nos dizeres de Lima-e-Silva, Guerra & Mousinho (1999:80). Ele possibilita identificar os problemas prioritários que demandam soluções mais imediatas, consistindo num importante instrumento do planejamento territorial.

O diagnóstico ambiental pode ser definido como “o conhecimento de todos os componentes ambientais de uma determinada área (uma bacia hidrográfica, por exemplo), para a caracterização da sua qualidade ambiental” (FEEMA, 1990:75). Ainda segundo a FEEMA (1990:75/76), “elaborar um diagnóstico ambiental é interpretar a situação ambiental problemática dessa área, a partir da interação e da dinâmica de seus componentes, quer relacionados aos elementos físicos e biológicos, quer aos fatores sócio-culturais”.

A função do diagnóstico ambiental – fase de conhecimento que deve preceder as ações – é criar a base de informações necessária ao processo de gestão, devendo “convergir para a proposição de um modelo de zoneamento ambiental” (NASCIMENTO & CARVALHO, 2005:09), que por sua vez, vai fundamentar as proposições para um modelo de ordenamento territorial. Envolve o (re)conhecimento do ambiente, seus elementos, processos, interações e inter-relações, não sendo, portanto, “um simples inventário dos elementos que compõem a paisagem natural,

mas sim o entendimento de como interagem entre si e de como respondem na interação com os diferentes usos estabelecidos pelo homem” (ALMEIDA, 2007:338).

Para Orea (2008:162),

“Esta fase se refiere al conocimiento e interpretación del sistema territorial a la luz de su evolución histórica y de su tendencia hacia el futuro en ausencia de intervención. La elaboración del diagnóstico implica conocer y entender cómo es y cómo funciona el sistema, que problemas le afectan y de qué potencialidades dispone, con un nivel de detalle tal que permita tomar decisiones acertadas sobre ella: garantizar su trayectoria tendencial, si se considera conveniente, o modificarla en caso contrario”.

Pires & Santos (1995:44) argumentam que o diagnóstico ambiental envolve três atividades distintas: (1) inventário e levantamento de dados e informações sobre o ambiente físico e biológico – aliás, muitos autores atribuem grande ênfase aos aspectos físicos, como Almeida (2007:348), para quem “sem o conhecimento do meio físico, cometemos o desordenamento territorial”; (2) levantamento das áreas ambientais críticas; e (3) análise das informações e classificação das unidades geográficas, de acordo com a capacidade de absorver os diversos usos humanos, considerando suas restrições ambientais.

De acordo com Orea (2008:211), o diagnóstico deve abranger o estudo do meio físico (elementos e processo naturais do território), da população (e suas atividades de produção, consumo e relações sociais), do povoamento (ou do conjunto de assentamentos humanos e sua infraestrutura) e dos marcos legais e institucionais (que regem o funcionamento do território).

Daí, a grande importância do levantamento, reconhecimento e análise do uso do solo, “ponto de ligação decisivo entre processos sociais e naturais, por ser o elo que conecta procedimentos nos sistemas sócio-econômico e natural” (CAUBET & FRANK, 1993:14), devendo incluir “inventário dos equipamentos urbanos e rurais, infraestrutura disponível, estudos demográficos e situação da população na área estudada” (PIRES & SANTOS, 1995:44). Ou seja, “considerando que devam ser definidas funções e atividades, com base nos usos e na ocupação existente e prevista, há que se ter clareza do todo existente, e, conseqüentemente, das partes que o compõem ou deverão compor” (PHILIPPI Jr., ROMERO & BRUNA, 2004:05).

O diagnóstico deverá contemplar assim, a avaliação dos fatores físico-ambientais, socioeconômicos, usos do solo e as formas de ocupação que caracterizam uma bacia hidrográfica. Ele deve ser amplo, profundo, mas ajustado à sua demanda, ou seja, “um bom diagnóstico ambiental é aquele que satisfaz a determinada necessidade e não aquele que contém maior número de informações” (NAKAZAWA, 2004:302), pois como observado por Orea (2008:164), “tão mal pode ser o defeito, como o excesso de informação”.

O processo de gestão pressupõe a existência de um conhecimento profundo da realidade estudada, tanto por parte dos agentes interventores oficiais, quanto por parte dos cidadãos, que “devem ter um conhecimento razoável sobre o ambiente, suas potencialidades e fragilidades, e entender o porquê dos mecanismos de regulação dos usos do solo” (PIRES & SANTOS, 1995:42).

Para a realização do diagnóstico ambiental da área de pesquisa dessa tese foram utilizadas várias formas e possibilidades para obtenção de dados e informações, podendo ser enumeradas, dentre outras: (1) pesquisa bibliográfica (levantamento a partir de fontes formais – livros, revistas, estudos, artigos etc. – que se relacionam, direta ou indiretamente, com a área de pesquisa); (2) pesquisa em órgãos e entidades (levantamento de documentos, relatórios e/ou estudos capazes de subsidiar as pesquisas: IBGE, prefeituras municipais, arquivos históricos, associações diversas, comitê de bacia etc.); (3) pesquisa junto a pessoas que disponham de dados e/ou informações relevantes, numa metodologia similar à chamada “entrevistas com pessoas-chave”, tal como apresentado por Tavares, Dino & Vedovoto (2002:75), aproveitando-se, como no presente caso, da rica e valiosa história oral de antigos moradores das localidades afetadas pelo represamento e de importantes figuras, como Itamar Franco, Albano Délio Fernandes, Rubens Coelho de Mello, Frei Justino Burgers Nascimento e Jorge Staico, todos eles, em diferentes momentos e de distintas formas, envolvidos com a área de pesquisa; (4) levantamento da base cartográfica disponível (mapas, cartas, fotografias aéreas, imagens de satélites etc.); e (5) os indispensáveis trabalhos de campo, importantes desde a atualização de informações básicas, até o contato direto com a realidade, o que certamente faz despertar aspectos até então impensados, pois como destacado por Orea (2008:164), é muito importante aprender a ver, a observar a realidade, a captar os sinais que indicam problemas e oportunidades.

## 1.2 – Zoneamento ambiental

A análise da superfície terrestre, em determinada escala, revela a existência de áreas dentro de um território, que apresentam relativa homogeneidade, em função da combinação de variáveis ambientais, tanto físicas (clima, topografia, características hidrológicas, pedologia, vegetação etc.), quanto sócio-culturais (uso e cobertura do solo, atividades econômicas, densidades demográficas, modelos de ocupação etc.), que configuram unidades ambientais reconhecíveis e passíveis de delimitação, e onde os componentes (meio biofísico e socioeconômico) definem relações mais estreitas internamente, do que com os componentes das áreas vizinhas (NACIF et al., 2003). Ou seja, torna-se suficientemente clara a definição das “similaridades dos elementos componentes de um grupo e, simultaneamente, as distinções entre os grupos vizinhos” (SILVA & SANTOS, 2004:231).

A identificação dessas unidades ambientais, possibilitada por um prévio diagnóstico ambiental, constitui-se numa forma de zoneamento, que, por sua vez, requer “um conceito de unidade territorial perceptível, que oriente a delimitação de uma área para efeito de análise” (SANCHEZ & SILVA, 1995:48).

Nesse caso, “o ato de zonear um território corresponde a um conceito geográfico de regionalização, que significa desagregar o espaço em zonas ou áreas que delimitam algum tipo de especificidade ou alguns aspectos comuns, ou áreas com certa homogeneidade interna” (SANCHEZ & SILVA, 1995:48).

Mas sob esta ótica, o zoneamento se limita apenas ao reconhecimento de uma realidade, algo resultante (porém, muito próximo) de um diagnóstico. Contudo, o zoneamento pode (e deve) ir além do simples reconhecimento, devendo ser um instrumento propositivo, tal como tem sido indicado em inúmeras legislações: Lei 6.938/1981 (Política Nacional de Meio Ambiente), Decreto 4.297/2002 (estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico), Lei 9.985/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) e Lei 10.257/2001 (Estatuto da Cidade).

Dessa maneira, o zoneamento não seria sinônimo de diagnóstico, nem de planejamento, mas um instrumento para o ordenamento territorial, fundamentado no diagnóstico e sendo “uma estratégia metodológica que representa uma etapa do planejamento” (SANTOS, 2004:132).

O zoneamento, assim, “constitui-se em um instrumento de manejo que apóia a administração na definição das atividades que podem ser desenvolvidas em cada

setor, orienta as formas de uso das diversas áreas, ou mesmo proíbe determinadas atividades” (SÁ, BONATTO & CRUZETA, 1994:39), de modo que as necessidades da sociedade, em termos de recursos naturais, possam ser atendidas sem que haja comprometimento da qualidade ambiental. Como conceituado por Lanna (1995:18), ele é um “instrumento de ordenação territorial íntima e indissolúvelmente ligado ao desenvolvimento da sociedade, que visa assegurar, no longo prazo, a equidade de acesso aos recursos ambientais (...)”.

Para cada área é atribuído um conjunto de normas específicas, dirigidas para o desenvolvimento de atividades e para a conservação do meio. Isso significa que “o zoneamento deve definir as atividades que podem ser desenvolvidas em cada compartimento e, assim, orientar a forma de uso, eliminando conflitos entre tipos incompatíveis de atividades” (SANTOS, 2004:133).

Como se observa, o zoneamento possui conceitos jurídicos e técnicos diferentes, mas com uma finalidade específica: delimitar áreas com o objetivo de estabelecer regimes especiais de uso da propriedade.

O zoneamento, como mecanismo de controle do uso do solo, vem sendo adotado e discutido há muitas décadas. Para alguns, seu objetivo principal se resume a permitir ou restringir, para uma determinada área, certos tipos de usos, atividades e/ou modelos de ocupação. Para outros, o zoneamento é visto como um importante e indispensável instrumento de organização espacial. Embora controverso, continua sendo um dos instrumentos de ordenamento do território mais utilizados nas atividades de planejamento, e se encontra amparado por um grande número de regulamentos, leis e decretos.

Mais recentemente, em razão da importância assumida pela variável ambiental, o zoneamento tem sido também efetuado com base nas características do ambiente, passando-se a considerar a capacidade natural de utilização dos recursos, surgindo daí a perspectiva do Zoneamento Ambiental, um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, definido como “a integração sistemática e interdisciplinar da análise ambiental ao planejamento dos usos do solo, com o objetivo de definir a melhor gestão dos recursos ambientais identificados” (FEEMA, 1990:207). Como salientam Pires & Santos (1995:45), “somente através da formulação de políticas de uso do solo coerentes com a capacidade do ambiente em produzir bens e serviços ambientais, poderá ser atingido um padrão aceitável para as populações, atual e futura”.

Com a necessidade de se buscar uma integração mais equilibrada entre os interesses econômicos, ambientais e sociais, o conceito de zoneamento se ampliou ainda mais, surgindo legalmente o conceito de Zoneamento Ecológico-Econômico.

O Decreto Nº 4.297/2002 estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) no Brasil, regulamentando o artigo 9º, inciso II, da Lei Nº 6.938/1981. Em seu artigo 2º, declara que o ZEE, instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades, públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

O zoneamento tem como principal função o planejamento do uso do solo, baseado nas características de cada área (limitações e fragilidades), de forma a mapear seu potencial, definindo os usos possíveis, sem comprometer seus recursos naturais. Não deixa de ser um instrumento de restrição, uma vez que define quais atividades podem ou não ser executadas em cada zona.

Para Ross & Del Prette (1998:100), sua função básica consiste em servir de instrumento de gestão ambiental, base para o desenvolvimento sustentável e, portanto, suporte para o desenvolvimento estratégico, calcado na ordenação físico-territorial, seguindo os princípios básicos de valorizar as potencialidades e fragilidades dos sistemas ambientais naturais, de um lado, e as potencialidades culturais, tecnológicas e econômicas da sociedade, de outro.

Nos documentos sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial (MIN, 2005:63), o ZEE é referenciado como um instrumento poderoso de efetivação da gestão territorial à medida que, ao constituir-se num instrumento técnico, de conhecimento acurado da realidade territorial e político de mediação entre diferentes territorialidades, permite o planejamento das diferenças, capaz de compatibilizar, de forma pactuada, o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental, alterando o ambiente institucional das regiões onde opera.

Com ele, se objetiva promover o uso mais adequado dos recursos naturais, buscando superar os desequilíbrios econômicos e sociais, utilizando-se para isso “da proposição de políticas territoriais, de legislação específica, de projetos de intervenção imediata e de instrumentos de caráter econômico-financeiro” (MMA/CONSÓRCIO ZEE BRASIL, 2004:15).

### 1.3 – Ordenamento territorial

Haesbaert (2006:117) salienta que “conceituar ordenamento territorial não é tarefa fácil”, pois isso implica, segundo o autor, “ter clareza sobre dois conceitos a partir dos quais esta concepção é construída, quais sejam ordem e território”.

Os dicionários, de maneira geral, conferem ao termo ordem, dentre outros significados mais específicos, o sinônimo de disposição, regra, disciplina, arranjo, administração, estrutura, regularidade, lei (ato de mandar, comando), termos que envolvem grande dose de subjetivismo. Um determinado território, por exemplo, está ordenado ou desordenado em relação a quem o observa. Ordem para uns pode ser desordem para outros e vice-versa. Ordem e desordem são assim leituras particulares de uma mesma organização. Ordenar, então, é um ato particular, inerente ao ser humano, ou como enunciado por Gross (1998:03), é “a ação e efeito de colocar as coisas no lugar que consideramos adequado”.

Como afirma Haesbaert (2006:117), “a ordem vem sempre acompanhada de seu par indissociável, a desordem, que não deve simplesmente, a priori, ser combatida, pois ela pode estar sendo a manifestação de uma nova ordem, de um novo ordenamento”.

Já a expressão território tem uso mais antigo nas ciências sociais e naturais e “com a retomada dos estudos de geografia política e de geopolítica, ela voltou a ser utilizada, e hoje concorre com termos tradicionais, como espaço e região” (ANDRADE, 2004:19). De fato, segundo Santos (2007:13), a Geografia teria alcançado no fim do século passado “a sua era de ouro, porque a geograficidade se impõe como condição histórica, na medida em que nada considerado essencial hoje se faz no mundo que não seja a partir do conhecimento do que é território”.

Andrade (2004:19) e Almeida (2007:349) alertam para o fato de que o conceito de território não deve ser confundido com o de espaço ou de lugar, estando muito ligado à idéia de controle, poder, domínio sobre uma área, como sintetizado no título da obra de Rodríguez (1993), “território ordenado, território dominado”.

Para Moraes (2005:43) “os territórios são entidades históricas, que expressam o controle social do espaço por uma dominação política institucionalizada”. Mas o território também “é uma materialidade terrestre que abriga o patrimônio natural de um país, suas estruturas de produção e os espaços de reprodução da sociedade” (MORAES, 2005:43).

Haesbaert (2006:117/118) atenta para o fato de que o território enquanto relação de apropriação e/ou domínio da sociedade sobre o seu espaço, não está relacionado apenas à fixidez e à estabilidade (como uma área de fronteiras bem definidas), mas incorpora como um de seus constituintes fundamentais o movimento, as diferentes formas de mobilidade, ou seja, não é apenas um território-zona, mas também um território-rede.

Tal qual apresentado por Santos (2007:13) é o “lugar em que desembocam todas as ações, todas as paixões, todos os poderes, todas as forças, todas as fraquezas, isto é, onde a história do homem plenamente se realiza a partir das manifestações de sua existência”. E mais ainda, o território

“não é apenas o conjunto dos sistemas naturais e de sistemas de coisas superpostas; o território tem que ser entendido como o território usado, não o território em si. O território usado é o chão mais a identidade. A identidade é o sentimento de pertencer àquilo que nos pertence. O território é o fundamento do trabalho; o lugar da residência, das trocas materiais e espirituais e do exercício da vida” (SANTOS, 2007:14).

Território envolve assim limites, controle, autonomia, mas também sujeito e consciência. É “terra mais cultura”, como resumiu o professor Carlos Walter Porto-Gonçalves, em palestra ministrada à turma de doutorado da UFF, em 21 de maio de 2009. Associa-se, portanto, “à noção de soberania, poder e controle, além de conter uma dimensão simbólica, um sentido de enraizamento, uma evidência de construção compartilhada e um papel na construção das identidades sociais” (MIN, 2006:13).

Já ordenamento territorial é um conceito novo, ainda em construção, com conteúdos bastante diversos e não muito bem definidos. Aparece ora como ciência, ora como técnica administrativa, ora como política, não sendo ainda um conceito perfeitamente claro.

Macedo (1995:86) atribui ao ordenamento territorial a tarefa de “compatibilizar as necessidades do homem, relativas à ocupação e ao uso do solo, com a capacidade de suporte do território que pretende ocupar”. De acordo com o MIN (2005:47), “o ordenamento territorial é um instrumento de articulação transterritorial e interinstitucional que objetiva um planejamento integrado e espacializado da ação do

poder público”. Ele “constitui a expressão territorial das políticas econômica, social, cultural e ecológica e, nesse sentido, seu entendimento caminha na direção de um disciplinamento no uso do território” (MIN, 2005:64) e, portanto, no “disciplinamento do uso dos recursos ambientais, de modo a possibilitar os melhores usos do espaço geográfico, do ponto de vista ambiental, social, econômico (...), valorizando suas potencialidades e respeitando suas restrições e limitações” (MIN, 2005:67).

Para Sanchez & Silva (1995:48), o ordenamento territorial “envolve uma estratégia para melhorar e disciplinar as relações entre os aspectos ecológicos e socioeconômicos dos sistemas ambientais”. De acordo com Almeida (2007:348), ele “consiste em compatibilizar as necessidades do homem, relativas à ocupação e ao uso do solo, com a capacidade de suporte do território que pretende ocupar”.

Para Orea (2008:52), “ordenar um território significa identificar, distribuir, organizar e regular as atividades humanas nesse território, de acordo com certos critérios e prioridades”. Assim, o ordenamento do território “constitui um processo contínuo, cuja finalidade é orientar a ação do homem sobre a superfície da terra” (GASPAR, 2000:327).

Sob uma perspectiva histórica, o ordenamento territorial pode ser visto como um conjunto de arranjos formais, funcionais e estruturais que caracterizam o espaço apropriado por um grupo social ou uma nação, associados aos processos econômicos, sociais, políticos e ambientais que lhes deram origem.

Observa-se que quase todas as referências contêm, de forma explícita ou implícita, a idéia de regular ou organizar o uso, ocupação e transformação do território com fins de seu aproveitamento. Mas o ordenamento territorial envolve mais que delimitar usos e modelos de ocupação do solo (que seria apenas um zoneamento), mas também fluxos econômicos, movimentos migratórios, demandas e infraestrutura, desequilíbrios socioeconômicos regionais, política de utilização dos recursos naturais e a definição dos instrumentos necessários à sua efetivação.

A noção de ordenamento territorial “remonta à geografia regional francesa da década de 1960, mais especificamente à escola do *aménagement du territoire*” (MIN, 2005:45). No Brasil, o debate sobre a necessidade de o Governo Federal assumir de forma coordenada ações referentes ao ordenamento do território nacional remonta aos anos oitenta. A idéia tornou-se preceito da Constituição de 1988, que estabeleceu em seu artigo 21, inciso IX, que “compete à União elaborar e

executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social”.

Em 2003, a Lei Nº 10.683, que estabeleceu as atribuições de cada Ministério, conferiu a responsabilidade do ordenamento territorial ao Ministério da Integração Nacional e ao Ministério da Defesa (MIN, 2006:19). Contudo, a desarticulação e a dispersão das várias políticas setoriais, realizadas por diferentes ministérios, acabaram revelando a necessidade da formulação de uma Política Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT), que vem sendo discutida através de seminários e publicações oficiais.

Segundo documento do Ministério do Interior (MIN, 2005:11), três questões importantes se impõem ao tratar dos objetivos de uma política de ordenamento territorial: O que ordenar? Para que ordenar? Como ordenar?

No documento “Anais da Oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, realizada em Brasília, em 13-14 de Novembro de 2003” (MIN, 2005), vários especialistas tentam responder a estes questionamentos. Alguns pontos em comum entre eles são: O que ordenar? (os múltiplos usos do território); Para que ordenar? (para buscar o desenvolvimento socioeconômico equilibrado das regiões; a melhoria da qualidade de vida; a gestão responsável dos recursos naturais e do território); Como ordenar? (Isso implica na definição dos critérios de ordenamento, na seleção das alternativas de usos adequados, e na indicação dos procedimentos para a sua aplicação).

É possível assim conceituar ordenamento territorial tal qual Brandão & Lopes (1999:178), como um processo “que pretende conciliar e executar um projeto de recuperação ambiental, de construção e manejo de território, a partir da constatação de que o ambiente é um sistema que continuamente sofre transformações”.

De toda forma é oportuno destacar que o ordenamento territorial não guarda um sentido simplista e restrito de dirigir ordem a um território, e sim um sentido mais próximo ao do arranjo espacial, envolvendo as variadas dimensões da sociedade, sua base física, natural, cultural, econômica e política.

## 1.4 – Gestão de bacia hidrográfica

Para compreender o conceito de gestão de bacia hidrográfica torna-se necessário que se discuta, inicialmente, gestão territorial e gestão ambiental, duas instâncias que lhe dão fundamento teórico.

A gestão pode ser entendida como um processo que envolve um conjunto de procedimentos e ações destinado a administrar, gerenciar, dirigir alguma entidade ou situação, ou seja, colocar em ordem, ordenar ou organizar segundo o que é considerado adequado pelos agentes interessados/envolvidos.

De maneira similar, a gestão territorial é um processo que envolve a administração, o controle, o planejamento, o domínio e o ordenamento de um território, independente da instância ou da escala adotada (um país, um estado, um município ou uma bacia hidrográfica, por exemplo), de acordo com os interesses de quem o administra e/ou dos agentes envolvidos no processo. Entre seus objetivos, a busca de solucionar, evitar ou minimizar os vários conflitos de interesse que ocorrem no território, em geral relacionados ao domínio, acesso e uso de seus recursos.

Para Dallabrida et al. (2009:01), “a gestão territorial refere-se aos processos de tomada de decisão dos atores sociais, econômicos e institucionais de um determinado âmbito espacial, sobre a apropriação e uso dos territórios”. Para Mafra & Silva (2004:08/09), “o objeto e a finalidade do planejamento e gestão do território é o ordenamento territorial, significando esta expressão, a análise da distribuição dos locais destinados à habitação e a atividades produtivas outras, num dado espaço, bem como das formas de utilização pelos diversos agentes envolvidos”.

A gestão territorial não é assim um sinônimo de ordenamento territorial, mas tem nele um de seus instrumentos. Ela envolve o conhecimento das características do território a ser ordenado (diagnóstico); o reconhecimento de áreas diferenciadas, segundo suas fragilidades e potencialidades (zoneamento); o disciplinamento e normatização de usos, atividades, ocupação e parcelamento (ordenamento); e a execução, acompanhamento e avaliação das medidas implantadas, envolvendo assim a idéia de governança ou de governabilidade, ou seja, de um “ente gestor” (OREA, 2008:605), que tem a tarefa e o poder de exercer a gestão do território.

Situação mais complexa no caso de bacias hidrográficas – como a BCRCD – pois seus limites territoriais nem sempre coincidem com as delimitações político-administrativas tradicionais, de modo que uma mesma bacia pode abranger áreas

de diferentes municípios, estados e/ou países, criando complicadores para sua gestão. Neste caso, deve-se destacar que a instituição e/ou o fortalecimento da figura dos comitês de bacia hidrográfica foi um dos avanços mais significativos da Lei Nº 9.433/97, por constituírem um novo arranjo institucional, não exclusivamente centrado e centralizado no Poder Público. Eles são um fórum democrático de decisão no âmbito da bacia, com representação de usuários, Governo e sociedade civil organizada, de maneira a atuar na conciliação de interesses diversos e na resolução de conflitos, dividindo responsabilidades (CUNHA & COELHO, 2007:71).

O conceito de gestão ambiental, por sua vez, tomou corpo no contexto que se estabeleceu a partir das três últimas décadas do século XX, fortemente marcadas pela busca de novas formas de crescimento econômico e de novas formas e atitudes em relação à exploração dos recursos naturais.

Nesse período, começou-se a ponderar de forma mais contundente a relação entre necessidades (socioeconômicas) e possibilidades (ambientais), ou seja, passou-se a atribuir maior importância a variável ambiental, tornando-se mais clara a idéia de que não se deve considerar apenas as aspirações, necessidades ou vontades da sociedade, mas também as possibilidades, potencialidades e limitações do ambiente. Isso implicou em não se simplificar as questões relativas ao uso do território e seus recursos, em termos de fazer ou não fazer, mas discutindo como, onde, quando e quanto deve ser feito.

Segundo Carvalho (2004:28) a gestão ambiental “pode ser considerada como uma conseqüência da transformação do pensamento da humanidade, em relação à utilização dos recursos naturais (...)”, e cujo espírito pode ser resumido na busca de um modelo de desenvolvimento social e econômico “que leve em conta, não só as potencialidades dos recursos, mas, sobretudo as fragilidades dos ambientes naturais face as diferentes inserções dos homens na natureza” (ROSS, 1994:64).

Braga et al. (2005:220) entendem a gestão ambiental como a “forma sistemática da sociedade encaminhar a solução de conflitos de interesse no acesso e uso do ambiente pela humanidade”. Para Lanna (1995/17), ela é “uma atividade voltada para formulação de princípios e diretrizes, estruturação de sistemas gerenciais e tomada de decisões, tendo por objetivo final, promover, de forma coordenada, o uso, proteção, conservação e monitoramento dos recursos naturais e socioeconômicos em um determinado espaço geográfico (...)”.

Em todos os casos, à gestão ambiental cabe buscar o equilíbrio negociado entre os objetivos e estratégias das políticas ambientais e os do desenvolvimento econômico e social, tentando equacionar crescimento econômico (viabilidade), equidade social (acesso) e utilização e conservação dos recursos naturais, o que faz da gestão ambiental um processo constante de gestão de conflitos.

Por possibilitar uma visão sistêmica e integrada do ambiente, a bacia hidrográfica – uma das mais importantes unidades espaciais de estudos da Geografia, desde o trabalho de Chorley (1969:77), “the drainage basin as the fundamental geomorphic unit” – foi adotada como principal instância territorial para efetivação da gestão ambiental, subsidiando tanto o planejamento ambiental e territorial, quanto fundamentando grande parte da legislação ambiental adotada no Brasil e muitos países. Sua adoção como unidade territorial de gestão estendeu as barreiras políticas tradicionais (municípios, estados, países) para uma unidade física de gestão, planejamento e desenvolvimento econômico e social (TUNDISI, 2003:108). Nas palavras de Botelho & Silva (2004:156), “os limites das cercas foram substituídos pelos limites naturais, representados pelos divisores de águas”.

Embora existam experiências de gestão a partir de bacias hidrográficas desde o século XVIII (TUNDISI & SCHIEL, 2003:03), somente nas últimas 3 décadas foi disseminada sua utilização, em particular no Brasil, onde “por iniciativa dos governos estaduais e federal, iniciam-se, a partir de 1976, as primeiras tentativas e experiências de gerenciamento de bacias hidrográficas limitadas à administração pública” (ROSS & DEL PRETTE, 1998:102).

A bacia hidrográfica foi eleita como unidade territorial de gestão, com a criação, em 1978, do CEEIBH (Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas), que tinha a incumbência de efetuar a classificação dos cursos d'água da União, bem como realizar o estudo integrado e o acompanhamento da utilização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais, conforme Portaria Interministerial Nº 90, dos Ministérios das Minas e Energia e Interior, de 29/03/78.

Em 1987, ela se constituiu na célula básica para a execução de ações voltadas para o manejo e conservação dos recursos naturais, através do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (BRASIL, 1987:09).

Em abril de 1988, Brasil e França assinam um acordo de cooperação técnica com o objetivo de estruturar o gerenciamento integrado de bacias, daí resultando sua adoção como unidade territorial de planejamento e gestão ambiental, mas com

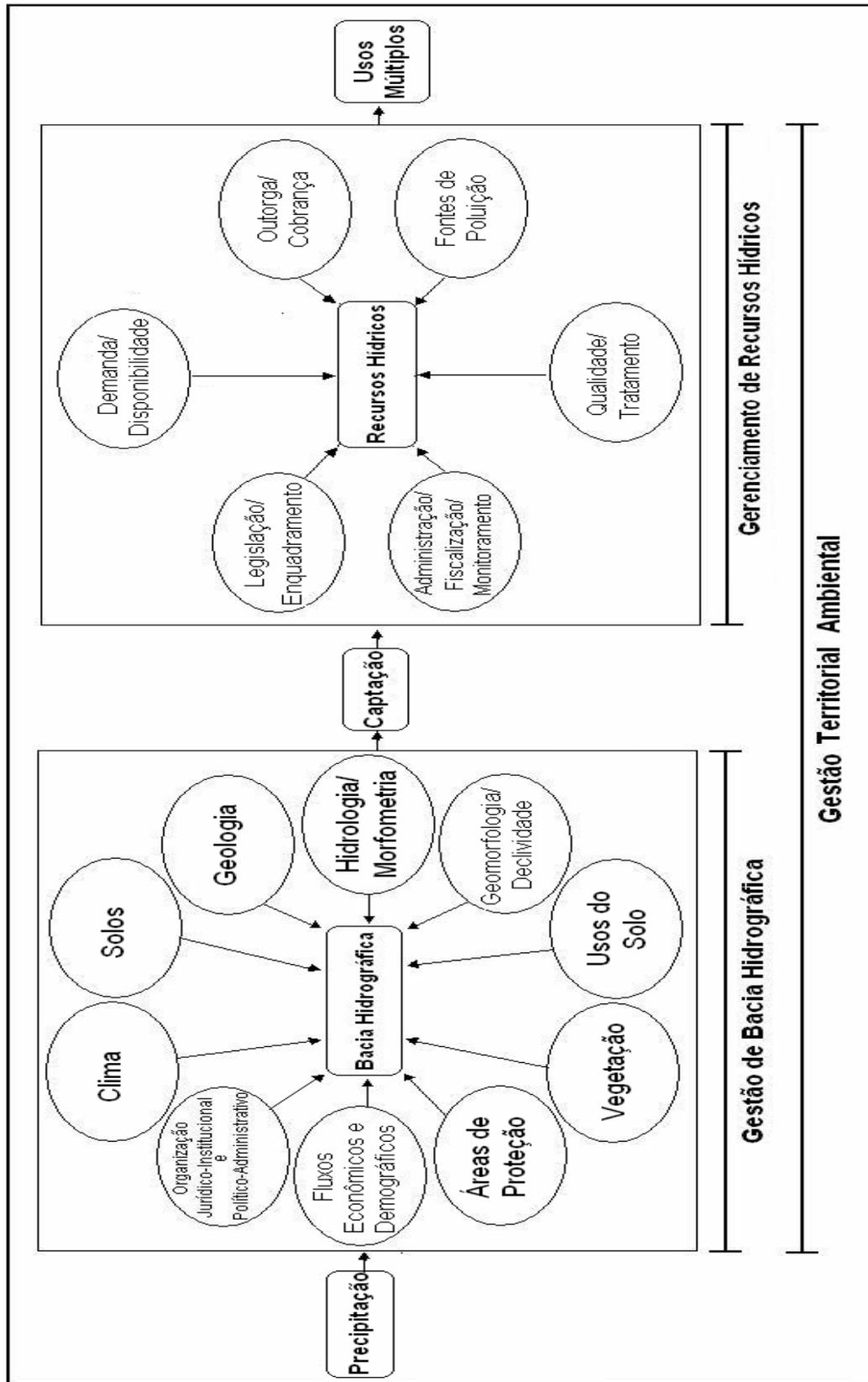
clara ênfase nos recursos hídricos, como no modelo francês (ROSS & DEL PRETTE, 1998:118), disseminando-se também conceitos e idéias como agências, comitês e consórcios de bacias (MAGALHÃES Jr., 1997:16).

Em dezembro de 1991 (portanto, anterior à legislação federal que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos), foi aprovada no Estado de São Paulo, a Lei Nº 7.663, instituindo a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que também tomou a bacia hidrográfica como unidade territorial de ação (ROSS & DEL PRETTE, 1998:110).

Por fim, a Lei Federal Nº 9.433, de 08/01/97 (Lei das Águas), estabeleceu como um de seus principais fundamentos (título I, capítulo I, artigo 1º, inciso V), que “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. Com isso foi dada uma nova dimensão ao conceito de bacia hidrográfica, que passou de unidade preferencial de estudos à unidade institucionalizada de intervenção e gestão.

Há que se considerar ainda uma outra distinção observada por muitos autores (LANNA, 1995:61; PHILIPPI Jr. & BRUNA, 2004:703; PALAVIZINI, 2006:28; ALMEIDA, 2007:341), que se relaciona à aplicação dos conceitos de gestão e gerenciamento. À gestão é dado um sentido mais amplo e abrangente, enquanto ao gerenciamento, um sentido mais específico. O gerenciamento dos recursos hídricos, por exemplo, abrange um recurso natural, a água, que embora seja o principal elemento no sistema bacia hidrográfica, não é o único. Diferente da gestão de uma bacia hidrográfica, unidade territorial que abrange os diversos recursos naturais, as relações entre eles e com a sociedade. Por isso, parece bem apropriada a utilização dos termos gestão de bacias hidrográficas e gerenciamento de recursos hídricos.

A **figura 4** tenta representar os aspectos relativos à gestão territorial ambiental, processo que abrange a gestão do território e de seus recursos; toma como referência, a gestão da bacia hidrográfica, instância territorial onde ocorrem os processos relativos à gestão territorial ambiental, e que é caracterizada não somente pelo elemento água, mas pelos demais recursos (solos, vegetação etc.) e suas relações com a sociedade (fluxos econômicos, organização político-administrativa etc.); aborda também o gerenciamento dos recursos hídricos, processo que trata especificamente da utilização de um recurso, a água, e que envolve desde estudos da relação demandas/disponibilidades até a legislação que disciplina sua utilização.



**Figura 4 – Esquema de gestão territorial ambiental**  
Adaptado de Valente & Gomes (2005:32)

## CAPÍTULO 2

### HISTÓRICO DE CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM DE CHAPÉU D'UVAS

A história da construção da barragem lança suas raízes num momento bem anterior ao início formal das obras e mesmo da concepção de seu projeto original, remontando ao período que se estende do final do século XIX até as primeiras décadas do século XX, época em que as favoráveis condições econômicas de Juiz de Fora muito contrastavam com suas condições infraestruturais e de saneamento.

#### 2.1 – Da concepção à construção

O período da história de Juiz de Fora que se estende de 1889 até 1930 é caracterizado pelo franco processo de urbanização, capitaneado por intenso processo de desenvolvimento industrial, que mais tarde renderia à cidade o título de Manchester Mineira, assim cognominada por Rui Barbosa (BASTOS, 1987:25).

Esse interstício da história local, marcado pela ampliação do comércio e do parque industrial, transformou a cidade em área receptora de expressivo fluxo migratório, responsável pelo rápido e significativo aumento de sua população.

Em 1907, a cidade detinha em relação ao conjunto do Estado, 8% do número de estabelecimentos, 22% do capital, 16% do número de operários e 26% do valor total da produção industrial. Entre 1905 e 1920, sua produção cresceu 298%, o número de estabelecimentos, 332% e o pessoal ocupado, 227% (PIRES, 2004:41).

Esse desenvolvimento econômico regional deveu-se à riqueza produzida pelo café, responsável pela organização e equilíbrio das finanças públicas mineiras, pela expansão da burocracia, serviços públicos, atividades produtivas e da infraestrutura, pois mais de 50% dos impostos arrecadados com a exportação provinham dessa cultura. Como a maior parte da produção originava-se na Zona da Mata, também nela os efeitos transformadores foram mais intensos, sendo Juiz de Fora o maior beneficiado (PJF, 1996:03). Em 1889, dos doze municípios de maior renda, seis eram da Zona da Mata, com Juiz de Fora em primeiro lugar (DULCI, 2004:70).

Mas esse período de prosperidade econômica, que singularizava a cidade, contrastava com seus sérios problemas de higiene e saneamento. Surtos e epidemias assolaram a cidade durante bom tempo, dando origem à criação da Sociedade de Medicina e Cirurgia de Juiz de Fora, em 1889 e à Liga Mineira contra a Tuberculose, em 1900 (OLIVEIRA, 1975:190).

Entretanto, problema nenhum se comparava ao das periódicas enchentes provocadas pelo Rio Paraibuna, que constantemente inundava a planície central (onde hoje se acha implantada boa parte do centro urbano da cidade), e que causava inúmeros prejuízos materiais à cidade em expansão.

No início do século XX, o Paraibuna era totalmente distinto do rio poluído que hoje corta a cidade. Meândrico, transportava suas águas em baixa velocidade, sempre resultando em trasbordamentos. Era mais estreito e mais volumoso, o suficiente para abrigar um transporte de passageiros, inaugurado em 20/01/1914, fazendo a ligação do centro com o bairro Benfica (OLIVEIRA, 1975:65; FONSECA, 1987:90). “Pescava-se em suas águas e das pontes e margens mergulhavam moleques e os atletas do Clube Náutico” (COUTO & ROCHA, 1996:25).

Mas a calha do rio ficou pequena para o progresso. Os muitos aterros realizados para construção de casas, praças e ruas intensificaram “a falta de capacidade do rio para escoar as descargas máximas das cheias” (GÓES, 1943:05).

Domar o Paraibuna significava erradicar a insalubridade, aliviar a cidade do ônus e dos transtornos causados por suas freqüentes inundações e ganhar áreas da sua planície aluvial para expansão do processo urbano.

Em 1929, foi feito um estudo pela Sociedade Dolabela, Portela & Cia Ltda., que apresentou um plano que procurava evitar os transbordamentos do Paraibuna, no trecho central da cidade, pela construção de quatro barragens, localizadas a montante de Juiz de Fora (GÓES, 1943:24; CIRIGLIANO, 1941:49).

No leito principal do rio deveria ser construída uma barragem pouco acima da localidade de Chapéu D’Uvas, que seria o açude principal. Era o embrião da futura Barragem de Chapéu D’Uvas, tal qual hoje é conhecida. Essa proposta foi apresentada sob a forma de mapa no trabalho de Góes, em 1943 (**Figura 5**), onde aparece com o nome de Açude do Paraibuna, podendo-se verificar a enorme semelhança entre a idéia de 1929 e a obra concluída em 1994.



Na madrugada da véspera do Natal de 1940 tem lugar o acontecimento que mudaria a história da cidade e seu rio. Ocorria a maior, mais violenta e mais demorada enchente do Paraibuna. A enchente teve duração de 91 horas e 30 minutos e a descarga máxima teria alcançado  $245\text{m}^3/\text{s}$ , muito superior à capacidade da calha do rio, na época calculada em  $120\text{m}^3/\text{s}$ , o que causou enormes prejuízos.

Se de um lado essa enchente foi extremamente traumática, de outro, se transformou no *start* decisivo para a solução do grave problema que há quase um século assolava a cidade e sua população.

Em 05/03/1941 chegava à cidade o Dr. Hildebrando de Araújo Góes, com a função de solucionar o problema das constantes inundações (OLIVEIRA, 1975:90). Góes optou pelos trabalhos de regularização do rio, de modo a comportar a descarga máxima de  $340\text{m}^3/\text{s}$ . A construção da Barragem de Chapéu D'Uvas foi tratada por ele como uma obra complementar. A empreitada mais importante era retificar o curso do rio, aprofundar seu leito e alargar suas margens.

Concebida como obra complementar para amortecer as cheias na área central, a idéia de construir a barragem acabou lançada ao ostracismo, uma vez que os trabalhos de regularização realizados pelo DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento) se consolidaram como solução eficiente.

No final da década de 1940, dois fatores trouxeram novamente à tona o debate sobre a construção da barragem. Ao mesmo tempo em que Juiz de Fora buscava retomar seu crescimento econômico, se deparava com o déficit de energia elétrica ofertada pelas usinas da antiga CME (Companhia Mineira de Eletricidade).

Se o atendimento à crescente demanda já estava comprometida, a situação é agravada pelas secas de 1946 e 1948 (PFAFSTETTER, 1951:13). Como resultado, o DNOS publica, em 1951, na Revista Sanevia, a “memória justificativa e cálculo” da Barragem de Chapéu D'Uvas, projeto do engenheiro Otto Pfafstetter. O aspecto a se observar é a radical alteração dos objetivos da barragem. Concebida para atuar supletivamente no controle das inundações, passa a ter a função de regularizar as vazões do Paraibuna, de modo a assegurar o suprimento de água necessário ao funcionamento das usinas da CME, localizadas à jusante de Juiz de Fora (**Figura 6**).

O estudo de 1951, assim como o de 1929, define que o local para construção da barragem, aproveitando um estreitamento do vale, seria “à montante da estação da Estrada de Ferro Central do Brasil, de nome Chapéu D'Uvas, numa distância de uns 5.000m contados ao longo das sinuosidades do rio” (PFAFSTETTER, 1951:13).

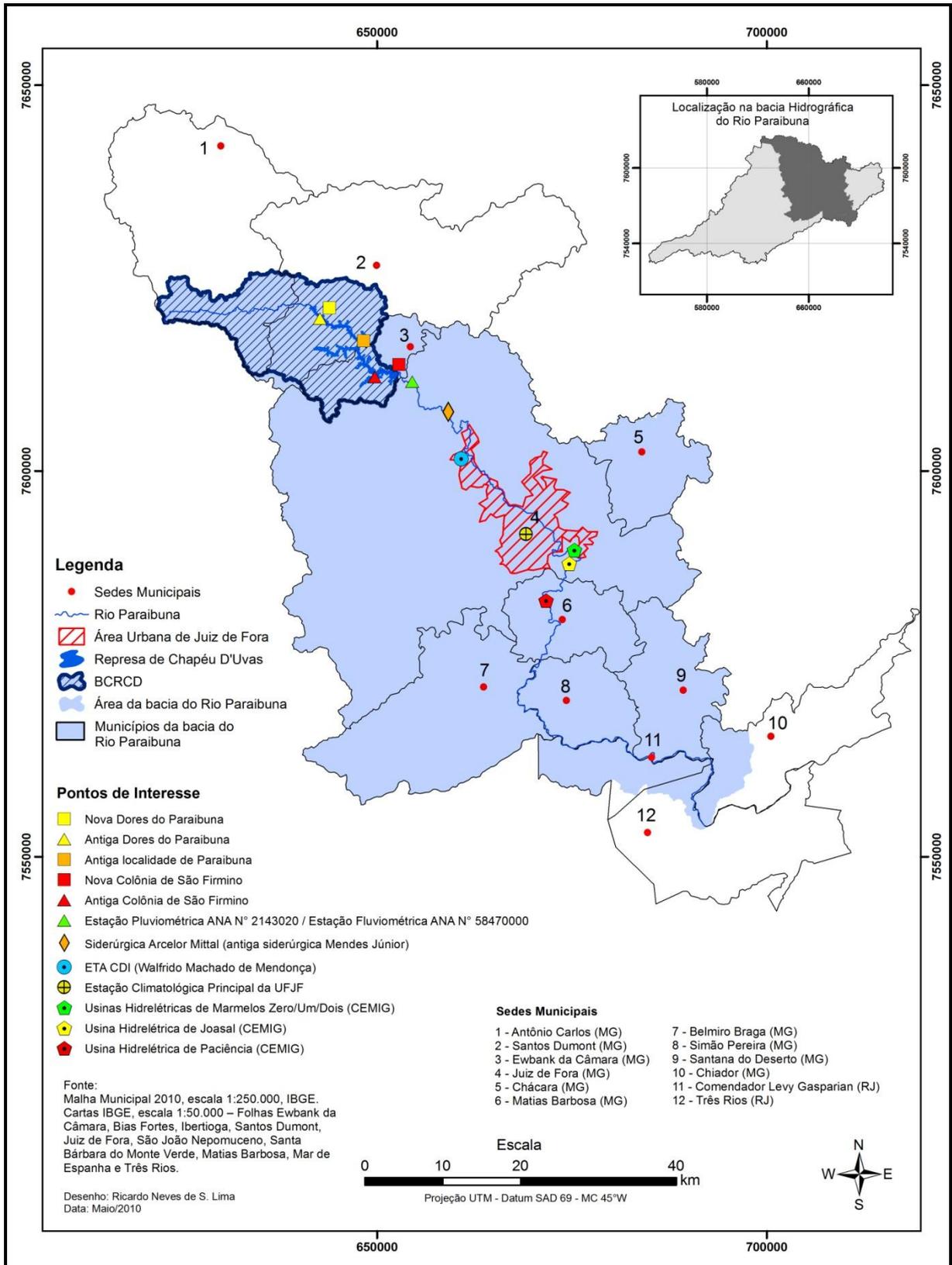


Figura 6 – Bacia hidrográfica do Rio Paraíba: pontos de interesse

Em 1955, o déficit de energia elétrica se intensifica, em razão da severa estiagem ocorrida naquele ano, quando a vazão do Paraibuna chegou a 5,21m<sup>3</sup>/s (LEME ENGENHARIA, 1985:113). “A situação agravou-se de tal modo, que se tornou necessário o racionamento de energia para a indústria” (OLIVEIRA, 1969:79).

A Associação Comercial, o empresariado industrial local e a direção da CME cobram a construção da barragem ao Presidente Juscelino Kubitschek que, em 1º/02/1957, estava em visita à cidade, e que se compromete com a solução da questão (BOTTI, 1994:68). De fato, o Diário Oficial da União (DOU), de 20/03/1957 publicou o Decreto Nº 40.931, de 13/02/1957, que declarava de utilidade pública para desapropriação pelo DNOS, 6.170.100m<sup>2</sup>, inclusive benfeitorias, necessária à bacia hidráulica da Barragem de Chapéu D'Uvas (...), nos limites indicados em planta anexa. Este foi o primeiro ato oficial direcionado à construção da barragem.

Ainda em 1957, o DNOS elabora o projeto da barragem, concluído em 1958 e complementado em 1961, com o acréscimo da planta prevendo a tomada de água para o abastecimento de Juiz de Fora. Observa-se que os objetivos de sua construção eram regularizar a vazão do Paraibuna, de modo a propiciar a ampliação do potencial das usinas da CME e fornecer água para Juiz de Fora.

Com a publicação do edital para construção da barragem, em 1958, deu-se início às obras, que em 1963 são paralisadas. O déficit de energia foi suprido pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), que estendeu suas linhas até Juiz de Fora; a retificação do Paraibuna protegia a área urbana; e havia pequena disponibilidade financeira do DNOS. Como resultado, as obras são abandonadas e em 07/08/1964 é rescindido o contrato com a Construtora Mantiqueira S.A.

As obras permanecem paralisadas até meados da década de 1970, quando a instalação da Siderúrgica Mendes Júnior (SMJ) – atual Grupo ArcelorMittal – e a implantação do distrito industrial de Juiz de Fora despertam sua retomada.

A SMJ foi dimensionada, originalmente, para a produção de 300 mil toneladas/ano, mas em meio à megalomania dos governos militares da época, foi pressionada a rever sua planta, chegando-se “a uma proposta de 4,8 milhões de toneladas/ano, ou seja, 16 vezes maior do que o planejado pela ótica empresarial privada” (OLIVEIRA JÚNIOR, MATTOS & BASTOS, 2004:79). Obviamente que tal ambição foi refreada pelas circunstâncias impostas pela realidade, e quando entrou em operação comercial, em 1984, o empreendimento tinha capacidade bem inferior. Somente em 2009 sua produção total atingia 1 milhão de toneladas/ano.

De qualquer maneira, o fato é que a implantação do distrito industrial e da siderúrgica implicava em novas demandas. Além de nova retificação do Paraibuna, entre o bairro Benfica e a Barragem de Chapéu D'Uvas, o fornecimento de uma grande quantidade de água para o funcionamento do futuro conjunto industrial, até 4,4m<sup>3</sup>/s (SONDOTÉCNICA, 1975:136), era um problema a ser solucionado.

Mas a retificação desse trecho do rio e a supressão da várzea a ser ocupada pela siderúrgica poderiam implicar em inundações à jusante. Tornou-se necessária uma solução para equacionar o abastecimento de água industrial e a regularização das vazões do Paraibuna, de modo a evitar inundações na área da futura siderúrgica e em Juiz de Fora. E não havia solução melhor que a Barragem de Chapéu D'Uvas.

Em 1974, o Ministério do Interior, por solicitação do Ministério das Minas e Energia, determinou que o DNOS reformulasse o projeto original. Sob o escopo do II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975/1979), o vale do Paraibuna é incluído no "Programa Especial de Controle de Enchentes e Recuperação de Vales", do Governo Federal, o que viabilizou as obras (STAICO, 1975:65; REIS, 1978:70). Em 22/11/1974, foi celebrado o contrato Nº 126/74, entre o DNOS e a Sondotécnica S.A. que ficou encarregada de elaborar os projetos executivos.

As obras, a cargo da Construtora Serveng Civilsan, são reiniciadas em 1976, tendo conclusão prevista para 1979 (REIS, 1978:70) e formação do lago em 1980 (Jornal Diário Mercantil, de 06/11/1979).

Em 19/05/1981, o Decreto Nº 21.309 autoriza a SMJ a captar águas do Ribeirão da Estiva, para utilização em suas instalações industriais. Ou seja, as águas que seriam acumuladas na barragem não mais se destinariam para uso da siderúrgica, uma vez que ela iria fazer sua captação noutra manancial, como faz até hoje. A isso se somam as constantes paralisações, devido à falta e/ou irregularidade das verbas federais, além do sério e longo problema ligado às desapropriações. O Governo Federal tenta resolver esta última questão através do Decreto Nº 87.480, de 16/08/1982 e do Decreto Nº 88.192, de 21/03/1983, que declaravam de utilidade pública, pelo DNOS, áreas com as respectivas benfeitorias, necessárias à conclusão da barragem, nos municípios de Ewbank da Câmara e Santos Dumont.

Um dos últimos acontecimentos referentes à barragem na década de 1980 é o reassentamento, ocorrido em 1986/87, dos moradores da antiga Colônia de São Firmino. De tal modo que em 1987, sem recursos e sem finalidades, outra vez ocorre a paralisação das obras (MELLO, 2004:27).

Por fim, e de forma inusitada, um dos mais tristes e sombrios episódios da vida política nacional acabou se transformando na solução para sua construção. O impeachment de Fernando Collor fez assumir a Presidência da República, Itamar Franco, que tinha ligações pessoais com a obra, pois nela havia estagiado e trabalhado como topógrafo (MELLO, 2004:27).

Desde 1991 vinha perpetrando ações que sinalizavam seu desejo de finalizá-la. O Jornal Diário Mercantil, de 30/06/91 noticiava que as obras poderiam ser finalmente concluídas graças à verba repassada pelo vice-presidente da República, Itamar Franco, em sua última interinidade. Verba destinada, em sua maior parte, ao pagamento de indenizações e desapropriações.

Em 19/06/1991, ainda vice-presidente, mas em exercício, Itamar Franco baixa o Decreto/91, que declarava de utilidade pública, para desapropriação, 12.000.000m<sup>2</sup>, entre terras, benfeitorias e propriedades dos povoados de Dores do Paraibuna e Paraibuna, necessárias à bacia de acumulação da barragem, nos municípios de Santos Dumont, Ewbanck da Câmara e Antônio Carlos. Agora, sua função principal seria garantir o futuro abastecimento público de Juiz de Fora.

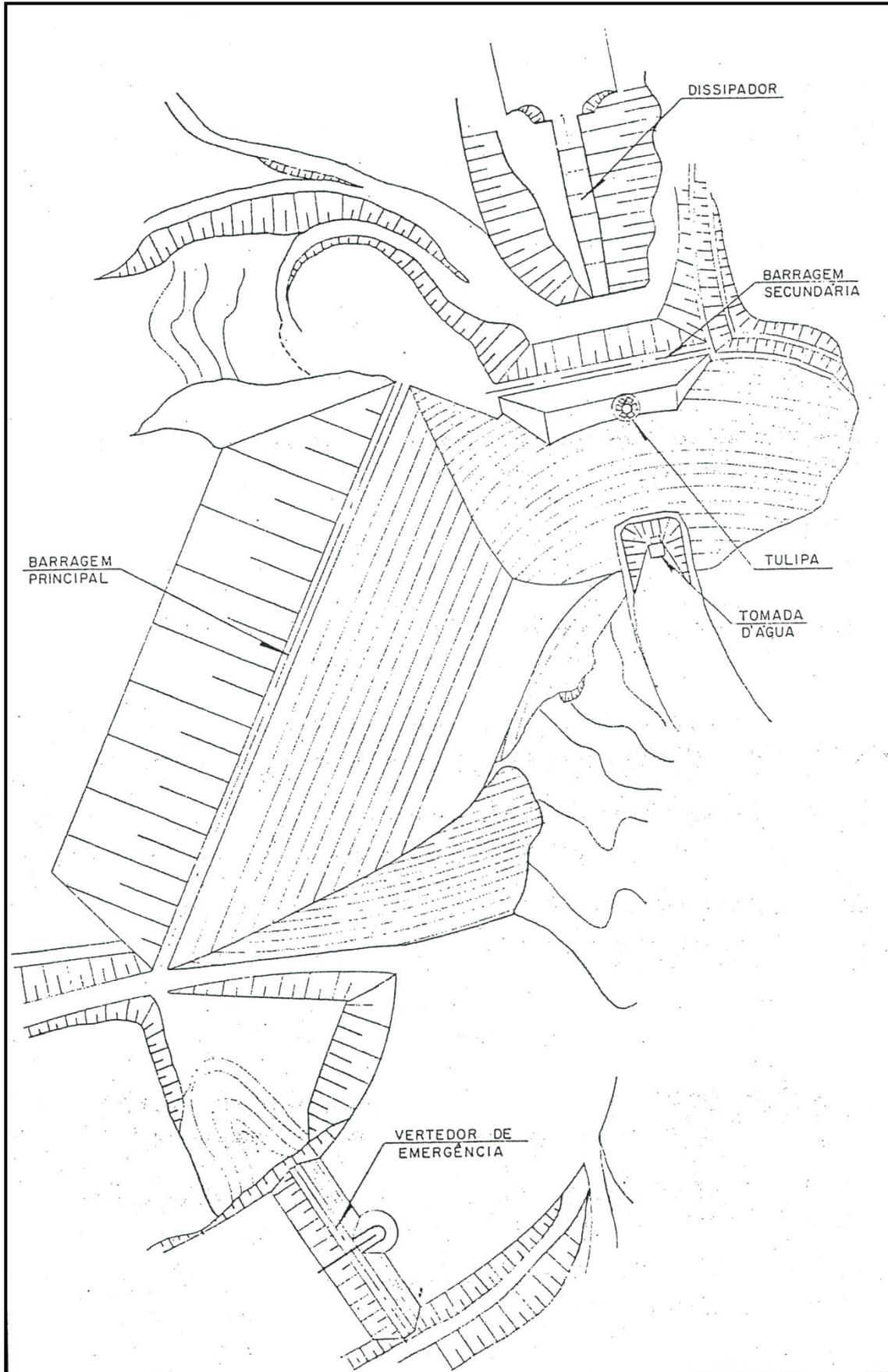
Finalmente, em 18/12/1994, e com um custo estimado em US\$ 100 milhões (ALCÂNTARA JÚNIOR, 2007:62; www.cesama.com.br - acessado em agosto/2008), a Barragem de Chapéu D'Uvas é inaugurada pelo então presidente Itamar Franco, com as características apresentadas na **tabela 1**, **figura 7** e no **quadro 1**.

**Tabela 1 – Dados gerais da represa e da bacia de contribuição**

Características	Dimensões
Volume máximo acumulado (NA normal 740,0m)	140 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume para amortecimento de cheias (entre 740 e 741m)	11 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Descarga regularizada	5,5m <sup>3</sup> /s
Descarga mínima (enchimento e operação)	2,2 m <sup>3</sup> /s
NA médio operacional	732m
Profundidade máxima	41m
Extensão da represa (considerando a cota máxima de 741m) (*)	Até 23,37km
Bacia hidráulica	11,5km <sup>2</sup>
Bacia de contribuição (*)	313,23km <sup>2</sup>
Distância até o centro de Juiz de Fora (*)	41km
Distância da barragem à nascente do Rio Paraibuna (*)	50,41km
Adutora (distância da barragem até ETA Walfrido Mendonça)	17.735m

Adaptado de Sondotécnica (1975:14/15); MINTER/DNOS (1976:01/07); Serra Azul Engenharia (1995:01/02); Magna Engenharia (2003b:05); Engesolo (2007:47);

(\*) Dados atualizados, levantados nessa tese



**Figura 7 – Barragem de Chapéu D'Uvas (planta geral)**

Fonte: Sondotécnica (1982b:06)

**Quadro 1 – Principais características técnicas e operacionais da Barragem de Chapéu D’Uvas**

Características e dimensões	
Barragem principal	Barragem de terra protegida por enrocamento, constituída por um aterro homogêneo de solo residual compactado (com volume de 1.300.000m <sup>3</sup> ), cuja fundação se faz diretamente sobre rocha. Tem 40m de altura máxima, 350m de comprimento e largura da crista de 11m, com cota é 745,5m. Seu eixo é quase perpendicular ao curso principal do rio.
Barragem secundária	Teve a finalidade de fechar uma pequena garganta à margem direita, próxima ao eixo principal. Seu eixo, voltado para montante, faz um ângulo aproximado de 45° com o eixo da barragem principal. É constituída de enrocamento compactado da ordem de 30.000m <sup>3</sup> (com núcleo vertical de solo residual compactado). Altura máxima de 10m, comprimento da crista de 120m, largura de 6m e cota de coroamento de 745,5m.
Vertedor de emergência	Ou sangradouro de emergência foi dimensionado para possibilitar a laminação de uma onda de cheia de 2.000m <sup>3</sup> /s; é controlado por um dique fusível de 220m de extensão. A cota da crista é de 744,25m.
Vertedor de serviço (tulipa)	Construído em concreto, tem diâmetro de 15m na crista, capacidade máxima de descarga de 350m <sup>3</sup> /s e cota de 741m. A descarga é feita através de um túnel escavado na encosta, que tem 6m de diâmetro e 158m de comprimento, tendo no final um dissipador de energia hidráulica.
Dissipador de energia	O dissipador tem a soleira inicialmente na cota 705,3m, alcançando uma cota inferior de 695,0m. Tem 100m de comprimento, 15m de altura e largura variando desde os 6m iniciais até 12m.
Tomada d’água	Localiza-se à montante do eixo da tulipa-vertedor. Tem largura de 12m, torre com 42,7m de altura e dispositivo de fechamento através de comportas.

Adaptado de Sondotécnica (1975:14/15); MINTER/DNOS (1976:01/07); Serra Azul Engenharia (1995:01/02); Magna Engenharia (2003b:05); Engesolo (2007:47)

Em 2001, a Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA) assume as funções de manutenção, operação, vigilância e guarda da barragem, de acordo com o Termo de Cooperação Técnica assinado com o Ministério do Meio Ambiente.

A obra é concluída visando o abastecimento de Juiz de Fora, e para atender a esse novo objetivo é que as ações passam a acontecer. Em 2003, dois estudos da Magna Engenharia Ltda., concluíram que aduzir água da barragem era a melhor alternativa de abastecimento até 2030. O projeto prevê a captação e adução até a ETA Walfrido Machado de Mendonça (**Figura 6, p.46**).

Em 09/03/2005, à CESAMA foi concedida Outorga Preventiva de uso das águas acumuladas pela barragem, através da Resolução Nº 099, da Agência Nacional de Águas (ANA), permitindo por 3 anos a captação de 1.800 m<sup>3</sup>/h (500l/s).

Em 04/09/2009 a prefeitura de Juiz de Fora lança o edital de licitação da obra da adutora. O investimento total, incluindo a tubulação de 17,735km e a ampliação da ETA é de R\$31 milhões (Jornal Diário Regional – 6-8/09/2009, p.04).

Em 25 de maio de 2010 foi assinada a ordem de serviço que autorizou o início das obras de captação e adução, a cargo da SAENGE (Engenharia de Saneamento e Edificações Ltda.), vencedora da licitação.

Um resumo dos principais acontecimentos é apresentado no **quadro 2**.

**Quadro 2 – Histórico de construção da Barragem de Chapéu D’Uvas**

Datas	Fatos
1929	Estudo pioneiro da empresa Dolabela Portela, embrião da futura barragem;
1940	Maior enchente do Rio Paraibuna em Juiz de Fora;
1941/42	Estudos de Góes (DNOS) apontam para retificação do rio, colocando a barragem como obra complementar;
Década de 1940	Déficit de energia elétrica ofertada pela antiga CME, agravada pelas secas de 1946 e 1948;
1951	DNOS publica “memória justificativa e cálculo” da barragem;
1955	Grande seca intensifica os problemas de energia elétrica;
1957	DOU de 20/03/1957 publica Decreto Nº 40.931, prevendo desapropriações (primeiro ato direcionado à construção); Otto Pfafstetter elabora o projeto da barragem, concluído em 1958 e complementado em 1961;
1958	Edital para construção e início das obras;
1963	Obras paralisadas: deficiência de energia suprida pela CEMIG; retificação do Paraibuna protege a cidade contra inundações; pequena disponibilidade financeira do DNOS;
1964	Obras abandonadas; em 07/08/1964 rescindido contrato com a Construtora Mantiqueira S.A.
1974	Implantação da SMJ e Distrito Industrial demandam água e nova retificação do rio; DNOS reformula o projeto da barragem; Paraibuna incluído no “Programa Especial de Controle de Enchentes e Recuperação de Vales”; Em 22/11/1974 celebrado contrato com a Sondotécnica para elaborar projetos executivos da barragem;
1976	As obras são reiniciadas;
1981	Decreto Nº 21.309 autoriza a SMJ a captar águas do Ribeirão da Estiva; Constantes paralisações por falta de verbas; Problemas com desapropriações;
1987	Paralisação das obras;
1992	Obras retomadas por Itamar Franco; Função principal é o futuro abastecimento de Juiz de Fora;
1994	Inauguração da barragem (18/12/94);
1995	Fechamento das comportas da barragem para formação da represa;
1996	Conclusão dos processos de indenização;
2001	CESAMA assume gerência da barragem;
2005	Concedida à CESAMA a Outorga Preventiva;
2010	Início das obras para captação e adução das águas;

## 2.2 – Um manancial de conflitos

Desde a década de 1940, muito antes do início das obras, a construção da Barragem de Chapéu D'Uvas enumera várias situações conflituosas, algumas delas, como o processo de indenizações e desapropriações, só tiveram solução após sua inauguração, décadas mais tarde. Boa parte das questões problemáticas envolvia interesses conflitantes, que culminaram num confronto entre montante e jusante.

Prefeitos de Ewbank da Câmara e Santos Dumont, por várias vezes, tornaram pública sua insatisfação com a obra, que segundo eles, teria trazido mais mazelas do que benesses. Desde sua proposição, à barragem foram destinadas várias finalidades, evitar inundações, aumentar o potencial de geração de energia elétrica e prover o abastecimento público e industrial. Finalidades destinadas a atender demandas de Juiz de Fora, localizada à jusante da barragem.

À montante, de positivo, a possibilidade futura de ocupação e de uso turístico, uma vez que nenhum dos municípios se abastece com suas águas. Pelo contrário, a manutenção de uma balsa, por exemplo, que atende à população rural, fazendo gratuitamente a travessia de pessoas e cargas pela represa, tem se mostrado muito onerosa (cerca de R\$ 8.000,00/mês) para a Prefeitura de Ewbank da Câmara. Em matéria veiculada no Jornal da AMPAR, em janeiro de 1994, Paulo Mendes Soares, então Prefeito de Ewbank da Câmara, observava que “as áreas mais importantes para a agricultura do município seriam inundadas”, pois eram exatamente as várzeas que estavam sendo desapropriadas para formar a represa.

A localização da barragem, em outro município, foi considerada pela Magna Engenharia (2003a:53) como a principal desvantagem do manancial, pois poderia gerar problemas de ordem institucional, ligados à ocupação e preservação.

Em 2002 surge um novo problema para o manancial. A conclusão das obras e a posterior formação da represa criaram uma área de grande beleza paisagística, que logo despertou o interesse imobiliário.

Em 17/09/1999, a empresa Empreendimentos Caracol solicitou e conseguiu junto ao IBAMA (Processo Nº 02015.013541/99-50) autorização para implantação do loteamento Vivendas do Lago, que vendia em seu folder a realização do sonho de possuir uma área de lazer na “maior reserva de água da região”. A empresa fez a solicitação de parcelar os 119.732m<sup>2</sup>, ao lado da represa, em 5 glebas rurais, com área mínima de 20.000m<sup>2</sup> (módulo rural da região), como dispõe a legislação sobre

parcelamento rural (artigo 65 da Lei Federal Nº 4.504, de 30/11/1964 e Instrução Especial INCRA Nº 50, de 26/08/1997). Além disso, se comprometeu a observar as áreas de preservação permanente (APP) ao longo da represa, a fazer a prevenção de processos erosivos e instalar fossas sépticas em todas as propriedades.

Após denúncias (Jornal Tribuna de Minas, de 09/11/2002), foi acionado o Ministério Público, que solicitou imediatas providências. O IBAMA realiza nova vistoria, constatando várias irregularidades (obras não previstas, ausência de projeto para captação de esgotos e águas pluviais, pavimentação de estradas em áreas *non aedificandi*), sobretudo a subdivisão de glebas em áreas menores que 20.000m<sup>2</sup>. Em 08/12/2002, o empreendimento é multado em R\$ 10.000,00 (Auto de Infração Nº 231.393) e embargado (Termo de Interdição Nº 0292404).

Esse fato trouxe à tona o debate sobre a necessidade de planejar ações visando à utilização consorciada da represa e sua bacia, incluindo Juiz de Fora e os municípios da bacia de contribuição, uma decisão oportuna, fundamental e inadiável. Ficava evidente a fragilidade do manancial, que necessitava de uma política específica de ordenamento territorial de modo a subsidiar sua gestão.

Mas a questão mais polêmica relaciona-se ao longo e desgastante processo de desapropriações e indenizações das propriedades rurais e das localidades de Paraibuna, Dolores do Paraibuna e Colônia de São Firmino (**Figura 6, p.46**), alagadas pela represa. Foram 300 imóveis e 1.100 pessoas “reterritorializadas” (**Tabela 2**).

**Tabela 2 – Desapropriações para formação da Represa de Chapéu D’Uvas**

Localidades	Município	Nº de imóveis	População estimada
Dolores do Paraibuna	Santos Dumont	217	740
Colônia de São Firmino e localidade de Paraibuna	Ewbank da Câmara	83	360
Total	---	300	1.100

Fonte: Serra Azul Engenharia (1995:05; 1997:13)

Desde a década de 1940, a população dessas localidades convive com boatos e informações distorcidas de que iriam ser remanejados em função da barragem. Seu longo e conturbado processo de construção trouxe um sentimento de incerteza e descrédito. As seguidas paralisações e retomadas da obra intensificaram os problemas dos moradores. Com medo da inundação, não faziam melhorias nas

propriedades, não investiam nas lavouras e, ao mesmo tempo, não conseguiam negociar as terras, que mais cedo ou mais tarde cederiam lugar às águas.

Em 1979, em entrevista ao Jornal Diário Mercantil (01/11/79), o Prefeito de Ewbank da Câmara, Pedro da Silva Cunha, se mostrava preocupado com a população das áreas a serem alagadas. Era uma população rural, simples, que iria migrar para outras cidades, pois Ewbank da Câmara não teria condição de absorvê-la no meio urbano, o que diminuiria a população local e, por conseqüência, as verbas repassadas pelo Fundo de Participação dos Municípios (FPM).

Não se tratava apenas de uma questão de indenização monetária, mas de dar continuidade a um modo de vida. Em 1981 (Jornal Tribuna de Minas, 06/10/81), o mesmo prefeito mostrava sua inquietude com os problemas sociais que Ewbank da Câmara poderia experimentar, com a remoção da população da Colônia de São Firmino e por isso, exigia que a ela fosse transferida para um lugar com as mesmas características da antiga vila, onde pudesse exercer seus ofícios de “manejo da enxada e ordenha do gado”. De fato, o Decreto Nº 88.192, de 21/03/1983, que desapropriou terras para reassentamento dos moradores da Colônia de São Firmino, Paraibuna e Dores do Paraibuna, incorporou no parágrafo único, do artigo 1º, a clara intenção de “fixar os habitantes dessas localidades no meio rural”.

Entre 1986 e 1988, a população de Paraibuna e Colônia de São Firmino foi reassentada na nova Colônia de São Firmino (**Figura 6, p.46**), cuja construção fora aprovada pelo Decreto Nº 02/86, de 18/04/1986, da Prefeitura de Ewbank da Câmara. As famílias receberam como indenização, casa de alvenaria, com luz elétrica, rede de água e esgoto, posto médico, igreja, escola e transporte coletivo.

Porém, o processo relativo à desapropriação, indenização e reassentamento da população de Dores do Paraibuna, pertencente ao município de Santos Dumont, foi mais longo e penoso. Embora o remanejamento dos moradores tenha ocorrido em 1990 e 1991, o problema das indenizações só foi totalmente resolvido em 1996 (FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS, 1996).

Foram indenizados 1.200 hectares, até a cota 746,0m de altitude (SERRA AZUL ENGENHARIA, 1997:03), pertencentes a 150 proprietários rurais, e implantadas duas vilas que receberam a população das localidades inundadas.

A Colônia de São Firmino, antes localizada à margem direita do Rio Paraibuna, com cerca de 300 moradores e 59 propriedades, e o povoado de Paraibuna, localizado à margem esquerda do rio, com uma população de cerca de

50 pessoas, que moravam em 9 propriedades rurais, foram trasladados para a nova Colônia de São Firmino, construída em área de 170.000m<sup>2</sup>, próxima de Ewbanck da Câmara, localizada fora da BCRCO (**Figura 6, p.46**), com infraestrutura urbana, ruas pavimentadas, iluminação, rede de esgoto e abastecimento de água tratada.

A nova vila de Dores do Paraibuna foi instalada numa área 250.000m<sup>2</sup>, em terras desapropriadas da Fazenda do Ipê, e tornadas urbanas pela Prefeitura de Santos Dumont, através da Lei Municipal Nº 2.021, de 09/12/1987. A nova vila, que se localiza na BCRCO (**Figura 6, p.46**), foi constituída de 12 quadras, compostas por 157 lotes, áreas destinadas a vias e praças, áreas livres e outras destinadas à edificação de prédios públicos e equipamentos urbanos e comunitários.

É de pleno conhecimento que a questão do território é especialmente relevante no caso da construção de barragens, que implicam no processo de remanejamento de populações, “problema de difícil amenização, uma vez que altera valores culturais e históricos intrínsecos ao desenvolvimento das áreas rurais e cidades inundadas” (DIAS, 1999:283). No presente caso, contudo, vale destacar que, como se tratava, em sua maioria, de uma população pobre, que ocupava casas muito simples (**Figura 8**), sobretudo na Colônia de São Firmino e em Paraibuna (SONDOTÉCNICA, 1982a:02), o remanejamento para uma área dotada de infraestrutura até então desconhecida (**Figura 9**), agradou a maioria dos moradores, como constatado na pesquisa de Alcântara Júnior (2007:82).

Assim, têm sido muitas as finalidades, mas poucos os usos de fato. Para muitos, a barragem e a represa guardam mais potencialidades de usos futuros do que desempenham funções atuais. Sua utilização para o abastecimento público de Juiz de Fora não seria assim mais um uso do manancial, mas, de fato, o único uso diferente da regularização de vazões do Rio Paraibuna.

Para utilizar o grande potencial de abastecimento desse manancial, será preciso resolver algumas importantes questões. A primeira delas relaciona-se à sua própria localização. Diferente dos atuais mananciais utilizados para o abastecimento, que têm suas bacias hidrográficas integralmente inseridas na área municipal de Juiz de Fora, a Barragem de Chapéu D’Uvas, a represa e a bacia de contribuição localizam-se nos municípios de Ewbank da Câmara, Santos Dumont e Antônio Carlos, que diferente de Juiz de Fora, desejam desenvolver a atividade turística e o processo de ocupação. São os problemas de ordem institucional, que já haviam sido considerados como aspecto desfavorável pela Magna Engenharia (2003a:53).

Questão igualmente importante refere-se à matéria veiculada pelo Jornal Tribuna de Minas, em 22/03/2002, que tinha o título “alga contamina água de Chapéu D’Uvas”. A matéria destacava a alta incidência da alga *Cylindrospermopsis raciborskii*, devido ao não prévio desmatamento da área alagada, que pode comprometer a qualidade da água para o consumo humano, uma vez que a espécie concentra cianotoxina, que pode causar problemas hepáticos e neurológicos.

Análise da água da represa, realizada em 04/04/2002, chegou a apresentar valores de *Cylindrospermopsis raciborskii* de 195.594,86 organismos/ml (MAGNA ENGEHARIA, 2003a:198). De acordo com dados da CESAMA – apresentados e discutidos no **Capítulo 3** – as sucessivas contagens realizadas na represa vêm registrando um número sempre decrescente de cianobactérias. De qualquer maneira este é um problema potencial, que exige prévia solução, de modo a se efetivar sua utilização para o abastecimento da população de Juiz de Fora.

De toda forma, parece inconcebível que uma obra tão cara, longa e que teve implicação direta e indireta na vida de tantas pessoas seja utilizada apenas para regularizar vazões. Mais que necessidade e possibilidade, a adoção de usos múltiplos das águas acumuladas é um preceito legal, um dos principais fundamentos instituídos pela Lei Nº 9.433/97 (artigo 1º, inciso IV).

Parece justo e necessário buscar compatibilizar sua importante função atual, de regularização das vazões do Paraibuna, com outros usos diretos e indiretos, como abastecimento público, turismo, pesca, lazer, pesquisa científica etc., vários deles de grande relevância social e econômica para Juiz de Fora, Santos Dumont, Antônio Carlos e, especialmente para Ewbank da Câmara, onde está localizada a barragem e que muito carece de opções de desenvolvimento econômico.

A atividade turística se torna aqui um bom exemplo. Várias vezes a imprensa local destacou a intenção das prefeituras de Ewbank da Câmara e Santos Dumont de aproveitar a oportunidade criada com a construção da barragem, para torná-la um pólo turístico e com isso gerar divisas para os municípios. Obviamente que isso implica em realizar, previamente, um estudo detalhado do manancial e de toda sua bacia de contribuição, avaliando o que, como, onde e quanto pode ser feito, ou, noutras palavras, dispor de mecanismos eficientes, democráticos e solidários de gestão, exatamente aquilo que aqui se deseja discutir.



**Figura 8 – Casa de pau-a-pique, típica da antiga localidade de Paraibuna, antes da formação da Represa de Chapéu D’Uvas. (Foto: Sondotécnica, 1982a:11)**



**Figura 9 – Construção da atual Colônia de São Firmino, com melhoria do padrão construtivo e presença de infraestrutura, como calçamento e energia elétrica. (Foto: Munick D. F. Barbosa, 20/março/2012)**

## CAPÍTULO 3

### DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Este capítulo apresenta as principais características físico-ambientais da bacia (condições climáticas, geologia, pedologia, geomorfologia, declividade, recursos hídricos, qualidade das águas e áreas de preservação permanente), de maneira a reunir e organizar um banco de dados e informações, que somado ao Diagnóstico Socioeconômico, de Uso e Cobertura do Solo (**Capítulo 4**), compõem o Diagnóstico Ambiental da BCRCO, etapa fundamental ao futuro processo de gestão da bacia e de seus recursos, especialmente os hídricos, constituindo-se assim, num importante instrumento do planejamento territorial, uma vez que o estabelecimento de qualquer política de ordenamento da bacia pressupõe a existência de um prévio conhecimento de sua realidade, de suas potencialidades e fragilidades.

Deve-se observar que muitas características ambientais da BCRCO são correlacionadas e/ou avaliadas paralelamente às características da bacia hidrográfica do Rio Paraibuna, onde se encontra inserida, bem como às da Zona da Mata, onde se firma a maior parte (88,87%) do trecho mineiro da bacia do Paraibuna (**Figura 10**). Isso ocorre não somente em razão da deficiente bibliografia específica sobre a área de pesquisa, mas também pelo fato de haver uma profunda identidade (histórica, física e cultural) em meio a esse conjunto regional.

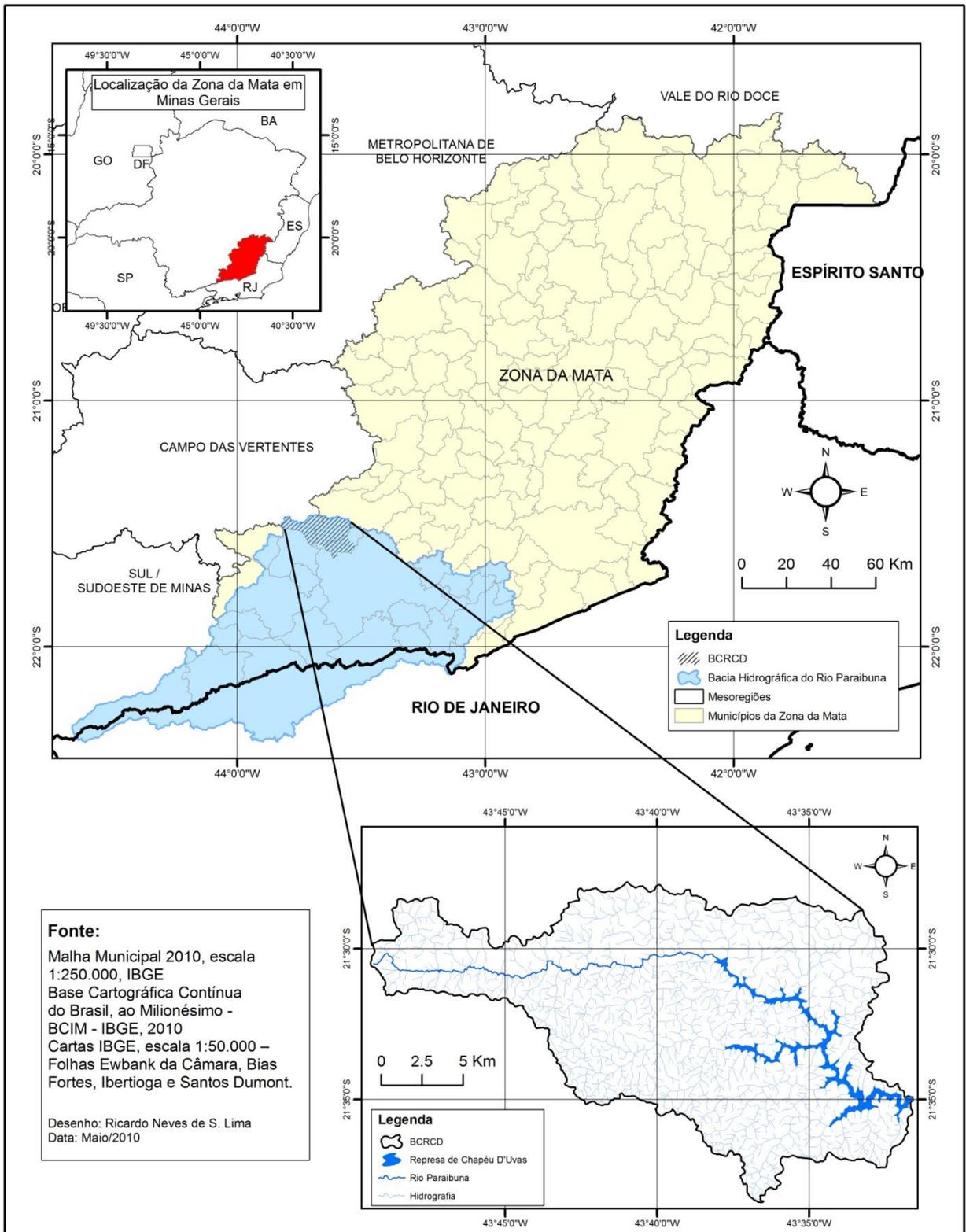
Os mapas são apresentados no formato A3, para facilitar a visualização de suas características. Os mapas das unidades geológicas (**Figura 12, p.68**), das unidades de mapeamento de solos (**Figura 13, p.74**) e das unidades de relevo (**Figura 15, p.80**) foram elaborados no software ArcGIS, versão 9.3, a partir das Cartas IBGE, escala 1:50.000, Folhas Ewbank da Câmara, Bias Fortes, Ibertioga e Santos Dumont, tendo como fonte, respectivamente, o Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, da CPRM, 1991, Folhas Lima Duarte (SF.23-X-C-VI) e Barbacena (SF.23-X-C-III), na escala 1:100.000; o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, Folha 4, na escala 1:650.000 (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010) e o Mapa de Geomorfologia, Folha Baixo Paraíba do Sul, escala 1:1.000.000 (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007).

O mapa da rede hidrográfica (**Figura 20, p.90**) foi elaborado no software ArcGIS, versão 9.3, a partir das Cartas IBGE, escala 1:50.000, Folhas Ewbank da Câmara, Bias Fortes, Ibertioga e Santos Dumont.

O mapa de hipsometria (**Figura 14, p.77**) foi construído a partir das Cartas IBGE, escala 1:50.000, Folhas Ewbank da Câmara, Bias Fortes, Ibertioga e Santos Dumont e de imagens ASTER GDEM, articulação S22W044, resolução aproximada de 30m, JPL/NASA, 2009 (disponível em [www.asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp](http://www.asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp) - acessado em maio/2010). O modelo digital de elevação (MDE), proveniente dos dados ASTER GDEM, em formato raster, foi processado no software ArcGIS, versão 9.3, módulo Spatial Analyst, inicialmente através de recorte pela área da bacia, com a ferramenta 'extract by mask'; em seguida foi realizada a reclassificação através da ferramenta 'Reclass', em intervalos de 100m.

O mapa de declividades (**Figura 17, p.86**) foi construído a partir das Cartas IBGE, escala 1:50.000, Folhas Ewbank da Câmara, Bias Fortes, Ibertioga e Santos Dumont, utilizando os dados das imagens ASTER GDEM, articulação S22W044, resolução aproximada de 30m, JPL/NASA, 2009 (disponível em [www.asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp](http://www.asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp) - acessado em maio/2010). O modelo digital de elevação, proveniente dos dados ASTER GDEM, em formato raster, foi processado no software ArcGIS, versão 9.3, módulo Spatial Analyst; a declividade em porcentagem foi calculada com o uso da ferramenta 'Surface Analysis'; em seguida foi realizada a reclassificação com uso da ferramenta 'Reclass', seguindo os intervalos apresentados pela EMBRAPA (1999:287).

O mapa de APP (**Figura 23, p.102**) foi construído a partir das Cartas IBGE, escala 1:50.000, Folhas Ewbank da Câmara, Bias Fortes, Ibertioga e Santos Dumont e de imagens ASTER GDEM, articulação S22W044, resolução aproximada de 30m, JPL/NASA, 2009 (disponível em [www.asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp](http://www.asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp) - acessado em maio/2010). Foi utilizado método automático em SIG para delimitação do terço superior das elevações, com base no MDE ASTER e a faixa marginal dos cursos d'água, com base nos arquivos vetoriais de hidrografia das Cartas do IBGE. Foram adotadas as metodologias apresentadas por Hott, Guimarães & Miranda (2004) e Nascimento et al. (2005).



**Figura 10 – Localização da BCRCD na Zona da Mata Mineira e na Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna**

### 3.1 – Condições climáticas

A inexistência de dados meteorológicos da BCRCO apresenta-se como um aspecto desfavorável ao detalhamento de suas condições climáticas específicas, o que, contudo, não impede sua compreensão e caracterização geral. A insuficiência de uma rede meteorológica de monitoramento tem sido um problema recorrente às pesquisas regionais.

A estação mais próxima é a Estação Climatológica Principal de Juiz de Fora (ECP/JF Nº 83.692), que opera desde 1972, no campus da UFJF, distante 26,614km em linha reta da barragem (**Figura 6, p.46**). Cerca de 3km à jusante da barragem, na localidade de Chapéu D'Uvas, existe uma estação pluviométrica da ANA (Código 2143020), operada pela CPRM, que dispõe de dados de chuva desde 1950. Contudo, apesar dessa longa série histórica, os dados correspondem apenas aos registros das precipitações, o que os torna importantes para os estudos relativos às flutuações de vazão, mas insuficientes para a caracterização climática local.

O clima de qualquer lugar da superfície terrestre reflete uma interação combinada de vários elementos e fatores, alguns de ordem local e outros, mais determinantes, de ordem global. Com o tipo climático que prevalece na BCRCO não é diferente. Existem as características principais, determinadas pela dinâmica geral das massas de ar, que por sua vez, obedecem ao sistema de circulação geral do ar na atmosfera, e existem os fatores de ordem local, que também contribuem para a configuração das condições climáticas, destacando-se, por sua maior influência, a latitude, a altitude e a disposição do relevo.

Tendo como base os dados meteorológicos observados na ECP/JF pode-se afirmar que predomina na BCRCO, segundo a classificação climática de Köppen, o tipo Cwb, que apresenta destacada concentração das chuvas no verão, sendo este moderadamente quente, influenciado pelas maiores altitudes (entre 741m e 1.268m), características do alto curso do Rio Paraibuna (**Figura 2, p.23**).

Caracteriza-se pela ocorrência de duas estações bem definidas: uma estação quente e chuvosa, com temperaturas mais elevadas, que vai de outubro a março, e outra fria e seca, que vai de abril a setembro, que corresponde ao período de inverno e menor presença de chuvas (**Tabela 3 e Figura 11**). A época das chuvas concentra 83,9% das precipitações, enquanto a estação seca, 16,1%.

Essa sazonalidade das precipitações é a característica mais marcante da climatologia da bacia do Rio Paraibuna, e é essa oscilação que vai explicar as grandes diferenças anuais de vazão dos cursos d'água da região, de regime pluvial.

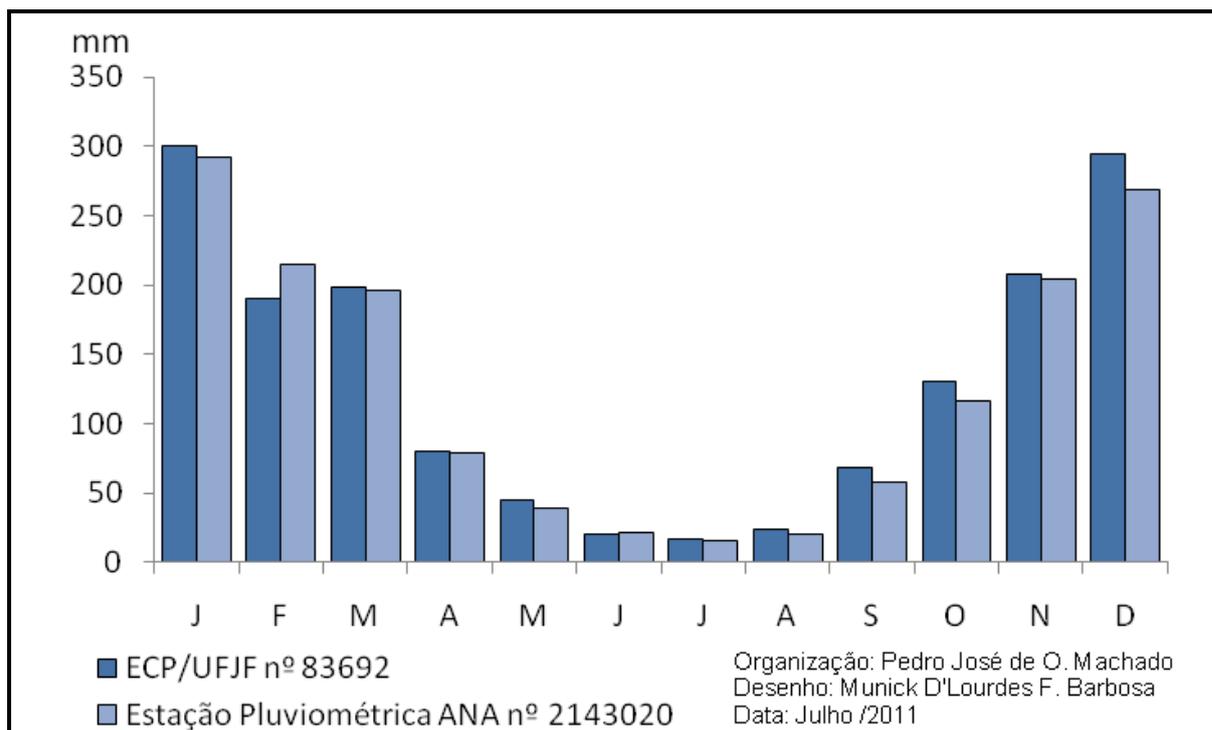
Esse tipo climático, também chamado Tropical de Altitude, corresponde a uma variação do clima Tropical, motivada pelas características do relevo regional, de altitudes médias elevadas, que produzem um substancial arrefecimento das temperaturas. Ao mesmo tempo, o relevo acidentado favorece as precipitações, pois atua no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica (LEME ENGENHARIA, 1985:16; MMA, 2006:25), como no caso da Serra da Mantiqueira, que corta o noroeste da BCRC D e que “orientada quase transversalmente ao escoamento médio da baixa troposfera, provoca aumento das precipitações” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:76).

De acordo com os registros da ECP/JF, o índice pluviométrico regional apresenta valor médio anual de 1.576,5mm, sendo janeiro o mês de maior concentração, com precipitação média mensal de 300,7mm.

Na estação pluviométrica da ANA, na localidade de Chapéu D'Uvas, os registros indicam um comportamento geral muito similar ao observado na ECP/JF (**Tabela 3 e Figura 11**). O índice pluviométrico apresenta um valor médio anual de 1.521,7mm, com uma variação de apenas 3,47% em relação ao valor histórico da ECP/JF, sendo também janeiro o mês de maior concentração das chuvas, com média de 292,3mm.

**Tabela 3 – Dados pluviométricos médios, registrados na ECP/JF (1973/2010) e na estação pluviométrica da ANA (1950/2010)**

Meses	Precipitação ECP/JF (mm)	Precipitação ANA (mm)
Janeiro	300,7	292,3
Fevereiro	190,6	214,3
Março	198,1	195,6
Abril	79,7	79,1
Mai	44,8	38,6
Junho	19,8	21,8
Julho	17,3	16,2
Agosto	23,9	19,8
Setembro	68,6	57,8
Outubro	130,8	116,4
Novembro	207,8	204,2
Dezembro	294,3	269,4
Média anual	1.576,5	1.521,7



**Figura 11 – Distribuição média mensal das precipitações na ECP/JF (1973/2010) e na estação pluviométrica da ANA (1950/2010)**

Quanto à caracterização térmica, tem-se que a temperatura média anual fica em torno dos 19,0°C, sendo a média do mês mais quente (fevereiro) 21,8°C e a do mês mais frio (julho), 16,2°C (Tabela 4).

**Tabela 4 – Temperatura média mensal registrada na ECP/JF (1973/2010)**

Meses	Temperatura Média (°C)
Janeiro	21,4
Fevereiro	21,8
Março	21,1
Abril	19,5
Maio	17,5
Junho	16,5
Julho	16,2
Agosto	17,2
Setembro	17,6
Outubro	19,0
Novembro	19,7
Dezembro	20,5
Média anual	19,0

Fonte: ECP/JF (Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental /UFJF)

Estas características do clima regional (pluviosidade e temperatura) são determinadas, primeiramente, pelo comportamento da dinâmica atmosférica geral do Planeta, através da movimentação das massas de ar. Em função de sua localização latitudinal (21°30' S), próxima ao Trópico de Capricórnio, a BCRCO sofre a influência de várias massas de ar, de diferentes características. Assim, resumidamente, no verão, atua a mEc (Massa de ar Equatorial Continental), cujas propriedades de elevados índices de calor e umidade implicam em tempo quente e chuvoso, destacando-se, nessa época, as chuvas de convecção, típicas do final da tarde e início da noite, pesadas, relativamente rápidas e, em geral, acompanhadas de raios, relâmpagos e trovões (VALVERDE, 1958:17; STAICO, 1977:131).

Durante todo o ano pode ocorrer a penetração, pelo quadrante norte (Nw, Ne e/ou Ne), das massas de ar de origem tropical. A mTc (Massa de ar Tropical Continental), que ocorre sobretudo no verão, é uma massa de ar quente e seca, podendo trazer alguns dias de extremo calor, mas de pouca umidade, provocando uma terrível sensação de desconforto térmico. A mTa (Massa de ar Tropical Atlântica), que atua no outono, inverno e primavera (VALVERDE, 1958:21; STAICO, 1977:131), é igualmente quente, porém dotada de maior umidade, podendo provocar chuvas de convecção e frontais.

No inverno, penetra pelo quadrante sul, a mPa (Massa de ar Polar Atlântica), que provoca ventos frios, redução da temperatura e chuvas fracas e demoradas (STAICO, 1977:131/132; EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:75). A atuação dessa massa imprime características térmicas bastante distintas à BCRCO. Enquanto na porção central e sul, em terras dos municípios de Santos Dumont e Ewbank da Câmara, o inverno é caracterizado por baixas temperaturas, o norte e noroeste da bacia, em terras do município de Antônio Carlos, a associação das maiores altitudes da Serra da Mantiqueira (superiores a 1.000m) com a atuação da mPa, provoca invernos mais rigorosos, sendo comum a ocorrência de geada.

A menor umidade do ar no inverno é responsável pela menor nebulosidade e pela presença de céu azul em quase toda a estação. Mas a menor nebulosidade acaba favorecendo uma perda maior e mais rápida do calor irradiado pela superfície, arrefecendo as noites e tornando mais destacadas as amplitudes térmicas diárias.

A direção dos ventos de superfície apresenta acentuada predominância do vento norte, com exceção aos meses de junho e julho, quando a atuação da mPa é mais destacada e a direção dominante dos ventos passa a ser do quadrante sul.

### 3.2 – Geologia

Toda a BCRC D se assenta sobre terrenos muito antigos, como ocorre com a quase totalidade da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que está inserida, majoritariamente, numa região representada por seqüências de rochas metamórficas e ígneas de idades Proterozóica a Siluriana, relacionadas ao orógeno colisional Ribeira, e que foram fortemente deformadas, resultando diversas estruturas, como bandamentos gnáissicos, foliações, dobras, cisalhamentos, falhas e fraturas de diferentes estilos (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:204). “As rochas metamórficas e a maior parte das rochas ígneas da bacia do Rio Paraíba do Sul foram geradas entre cerca de 620 Ma e 450 Ma, por processos tectônicos complexos” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:206).

Para determinação das características geológicas específicas da BCRC D foram utilizados diferentes trabalhos, sobretudo os levantamentos do Projeto RADAMBRASIL (1983), o trabalho da EPE/Sondotécnica (2007) e o Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), de 1991, que em função da escala adotada (1:100.000), tornou-se base principal para representação cartográfica das unidades geológicas constituintes da bacia.

No mapeamento geológico do Projeto RADAMBRASIL (1983), na escala 1:1.000.000, que permite pequeno nível de detalhamento, toda a BCRC D aparece retratada como “p€pi”, Gnaiss Piedade, datado do Arqueano e qualificado como “gnaisses bandeados de composição tonalítica, com foliação de plano axial horizontal, com lentes de cataitabiritos e metaultrabásicas. Parte basal mais anfíbolítica e com maior concentração de corpos metabásicos. Parte migmatizada e granutilizada. Álcali-feldspato granito gnaissificado”.

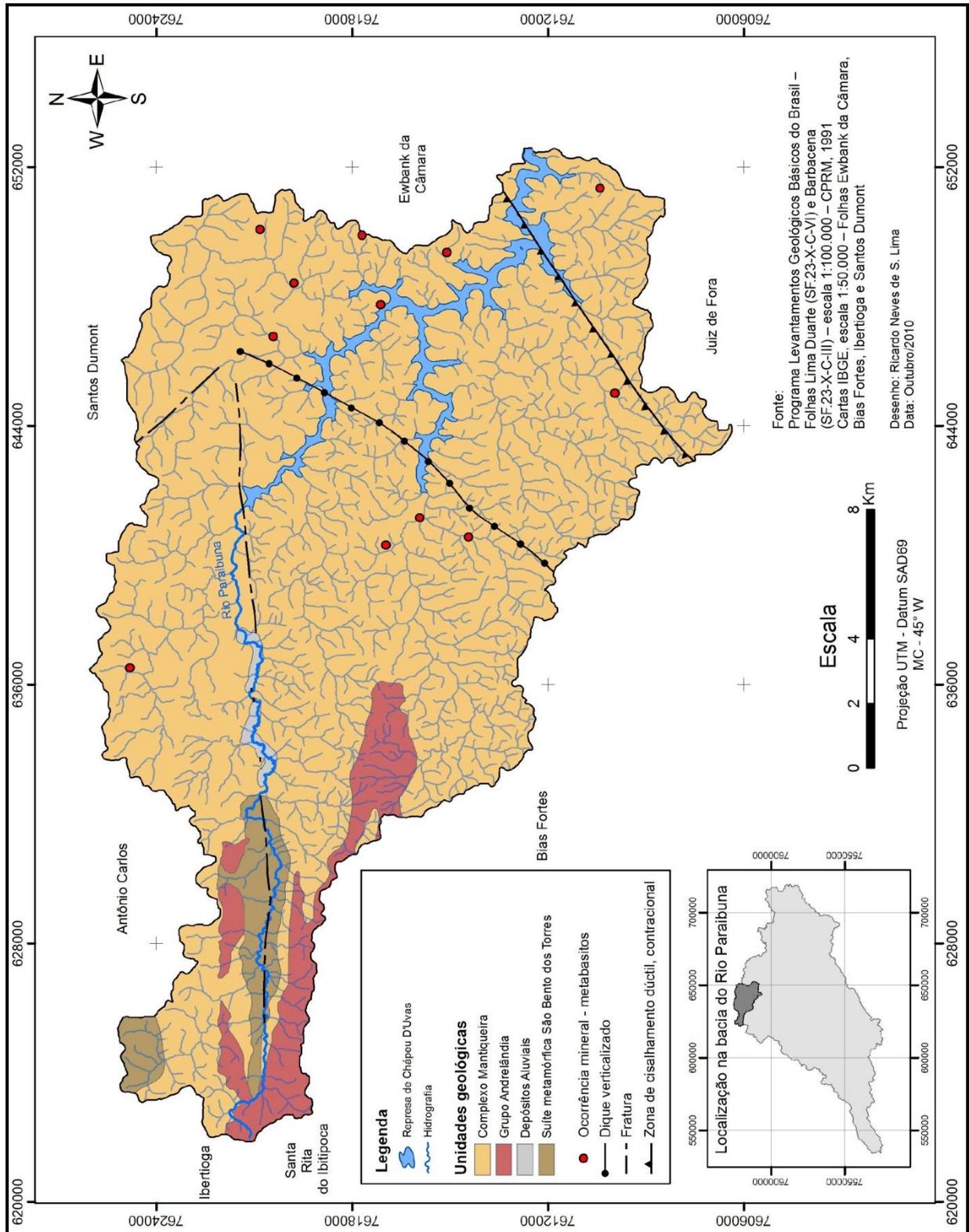
O mapeamento geológico da EPE/Sondotécnica (2007), embora também apresentado na escala 1:1.000.000, é pouco mais detalhado que o mapeamento do Projeto RADAMBRASIL, apresentando para a BCRC D duas ocorrências principais: na maior parte, domina o Complexo Piedade, datado do Arqueano/Paleozóico e a Megassequência Andrelândia, do neoproterozóico, que domina pequena porção localizada no extremo noroeste da bacia, junto aos contrafortes da Serra da Mantiqueira, área de nascentes do Rio Paraíba.

Trabalho mais detalhado foi realizado pela CPRM, em 1991, intitulado Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, quando se pode contar com mapas na escala 1:100.000, o que acabou propiciando estudos mais detalhados. Com base nesse trabalho, especificamente nas Folhas SF-23-X-C-III (Barbacena) e SF-23-X-C-VI (Lima Duarte), tornou-se possível construir o mapa representativo da base geológica da BCRCO e que por contar com escala menos generalizada possibilitou o reconhecimento de maior número de unidades geológicas e de outros aspectos (presença de dique, fraturas, zonas de cisalhamento e ocorrência de metabasitos), conforme apresentado na **Figura 12**.

As unidades geológicas que ocorrem na BCRCO são o Complexo Mantiqueira (gnaisses comuns, metabasitos, xistos magnesianos e calcissilicáticas), o Grupo Andrelândia (gnaisses e xistos gruvaquianos, quartzitos, anfibolito e rochas calcissilicáticas), a Suíte Metamórfica São Bento dos Torres (rochas charnoquíticas) e Depósitos Aluviais (pouco expressivos em relação à área de ocorrência). A descrição e caracterização dessas unidades geológicas foram feitas com base nas Folhas Lima Duarte (SF-23-X-C-VI) e Barbacena (SF-23-X-C-III), na escala 1:100.000 e no Relatório da Carta Lima Duarte, do projeto Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, da CPRM (PINTO,1991). A área de ocorrência dessas unidades na BCRCO é apresentada na **tabela 5**.

**Tabela 5 – Unidades geológicas da BCRCO**

Unidades	Idade	Área de ocorrência na BCRCO (km <sup>2</sup> )	% na BCRCO
Complexo Mantiqueira	Proterozóico Inferior	281,58	89,89
Grupo Andrelândia	Proterozóico Médio	18,42	5,88
Suíte Metamórfica São Bento dos Torres	Arqueano	11,39	3,64
Depósitos aluviais	Quaternário	1,84	0,59
Totais	---	313,23	100,0



**Figura 12 – Unidades geológicas da BCRCD, segundo o Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, CPRM, 1991**

## Complexo Mantiqueira

Na década de 1950 foi cunhado o termo Série Mantiqueira para reunir rochas gnáissicas e migmatíticas aflorantes na Serra da Mantiqueira, com destaque para a região de Santos Dumont. Nas décadas seguintes foram empregados, nos trabalhos executados pela CPRM, termos como Complexo Granito-Gnáissico Indiviso, Complexo Gnáissico-Migmatítico, Complexo Migmatítico, Gnaiss Piedade ou Complexo Piedade, para reunir parcial ou totalmente as rochas Mantiqueira. Na década de 1980, voltou-se a empregar o nome Mantiqueira, agora na categoria de Grupo, para reunir um conjunto de gnaisses bandados, por vezes migmatíticos, com intercalações de anfibolito e hornblenda-gnaiss, além de ocorrências localizadas de charnoquito e de anfibolito sem orientação preferencial (PINTO, 1991:71).

No trabalho da CPRM, o termo Grupo foi substituído por Complexo Mantiqueira, utilizado para reunir um conjunto de gnaisses bandados de composição tonalito-trondhjemítica e granito-granodiorítica, com intercalações freqüentes de corpos tabulares de metabasitos e migmatitos. (Anfibólio)-granada-biotita-gnaiss, xisto magnésiano e rocha calcissilicática são subordinados ao conjunto. Não se incluem nesse complexo as rochas charnoquíticas ou diaforitos delas derivados (PINTO, 1991:71).

Em sua área de distribuição são pouco freqüentes os afloramentos rochosos e, em geral, o manto de intemperismo atinge dezenas de metros de espessura, dificultando sobremaneira as exposições de rochas frescas (PINTO, 1991:71).

Os contatos com as rochas charnoquíticas, da Suíte Metamórfica São Bento dos Torres são tectônicos, marcados por uma falha contracional de baixo ângulo, com mergulho para o sul. O contato com as rochas do Grupo Andrelândia é tectônico em toda sua extensão, com estas ocupando posição superior (PINTO, 1991:71).

O Complexo Mantiqueira ocorre em quase 90% da BCRCD (**Tabela 5, p.67**), em altitudes que variam de 741m a 1.200m, e onde prevalecem os latossolos.

## **Grupo Andrelândia**

O Grupo Andrelândia é formado por xistos, gnaisses grauvaquianos e quartzitos, com quantidades subordinadas de rocha calcissilicática, anfibolito, microclina gnaiss e biotita-plagioclásio-gnaiss. No Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, da CPRM, a expressão Grupo Andrelândia conforma-se à conceituação original, admitindo a presença, na porção inferior da unidade, de biotita-plagioclásio-gnaiss, de anfibolito e/ou anfibolognaiss e também de pequenos corpos de rocha calcissilicática (PINTO, 1991:97).

O granada-biotita-moscovita-xisto costuma gerar morfologia caracterizada por uma série de estratos paralelos, com afastamento de alguns metros entre um nível e outro. Os gnaisses não mostram uma morfologia própria, confundindo-se com a morfologia de rochas do embasamento (PINTO, 1991:98).

O Grupo Andrelândia ocupa áreas do noroeste da bacia, no município de Antônio Carlos, no limite com os municípios de Bias Fortes e Santa Rita do Ibitipoca, área de forte grau de erodibilidade, onde predominam grandes altitudes (superiores a 900m), grandes declividades e onde predominam os cambissolos, em relevo dominado por montanhas, morros altos e serras.

## **Suíte Metamórfica São Bento dos Torres**

Esta Suíte, parte da Província Geotectônica Mantiqueira é constituída por alguns corpos de rochas charnoquíticas, que não guardam relações de continuidade física com as rochas charnoquíticas do Complexo Juiz de Fora, localizadas mais ao sul (PINTO, 1991:25).

As rochas dessa Suíte representam litologias muito antigas, do Arqueano, para e ortoderivadas, com o mais alto grau metamórfico.

Quanto à petrografia, nessa Suíte estão reunidas rochas ortoderivadas, de quimismo ácido a básico, metamorfizadas na fácies granulito; são essencialmente ortoclásio-granito, charnoenderbitito, enderbitito, hiperstênio-diorito e norito, de granulação fina a média, com transição para tipos grosseiros, principalmente nos termos mais ácidos. Mostram textura granoblástica em domínios localizados (PINTO, 1991:25/26).

A Suíte Metamórfica São Bento dos Torres abrange pequena parte da BCRCD (3,64%), no município de Antônio Carlos, noroeste da bacia, ocupando duas porções distintas: as cabeceiras do Córrego do Barulho, onde predominam os cambissolos, altitudes superiores a 1.100m e onde dominam as colinas médias como forma de relevo; e no vale do Córrego Ponte Funda, onde prevalecem os cambissolos, altitudes entre 840 e 1.100m, montanhas e serras como unidades de relevo e forte erodibilidade.

### **Depósitos aluviais**

Os Depósitos Aluviais são uma das variações da unidade denominada Depósitos Quaternários de Cobertura, que se faz presente em pequena faixa na BCRCD (**Tabela 5, p.67**). Estes depósitos aluviais ocorrem em pequeno trecho, acompanhando o vale do Rio Paraibuna, numa área à montante da Represa de Chapéu D'Uvas. Nesse trecho de alto curso, o Paraibuna corre em terreno acidentado, com vale estreito e encaixado, quase não propiciando a formação de aluviões e nem de planícies aluviais expressivas (PINTO, 1991:117).

Estes depósitos são constituídos por areia de granulometria fina a grossa, com intercalações ou cobertura sílico-argilosa. Ocorrem ainda silte e argila, mas os depósitos de cascalhos são raros. O material aluvial é essencialmente argilossiltico-arenoso.

Na BCRCD, outra área que se caracterizava pela presença de aluvião, solos originados a partir da deposição de sedimentos fluviais, era a própria várzea submersa pelas águas da Represa de Chapéu D'Uvas. Esse local mereceu estudo mais detalhado, realizado quando da elaboração do projeto executivo da barragem. De acordo com os estudos da Sondotécnica (1975:58), o aluvião nessa área chegava a espessura de 15 metros, dividido em estratos argilosos e arenosos, com espessura da ordem de 3 a 4 metros. Os sedimentos argilosos eram, em sua maioria, constituídos de argilas siltosas orgânicas, moles a muito moles, enquanto os arenosos variavam das areias finas siltosas às areias médias e grossas.

### 3.3 – Pedologia

Além da formação vegetal original que rendeu o nome à região, pode-se dizer que a identidade fisiográfica da Zona da Mata Mineira é encontrada em outras características ambientais, igualmente diferenciadoras, como o singular relevo dos mares de morros e o tipo de solo, cuja predominância é marcada pelos latossolos.

Um primeiro estudo, ainda que expedito, foi realizado por Valverde (1958:09) que já reconhecia os latossolos como o tipo mais comum na região. Depois disso, outros trabalhos, com maior detalhamento, confirmaram esta característica regional, destacando-se os levantamentos do Projeto RADAMBRASIL (1983), da EPE/Sondotécnica (2007) e o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, trabalho mais atual, de 2010, fruto da parceria entre a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

De modo geral, os solos regionais são pobres em nutrientes, especialmente em fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio (CETEC, 1979:31), com pouca aptidão para a agricultura. Em trabalho específico sobre a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, constatou-se que mais de 60% de seus solos, só devem ser recomendados e com restrições, para pastagens plantadas ou silvicultura, em virtude das condições de relevo altamente favoráveis à instalação de processos erosivos, além de dificultar o uso de maquinário agrícola, em razão de declividades acentuadas. Outros 14,25% da bacia, não têm aptidão para agricultura e/ou pastagens e são recomendados para preservação da flora e da fauna (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:231).

A erosão constitui-se num dos maiores problemas regionais. Iniciado com a cultura cafeeira, que se estendeu do início do século XIX ao início do século XX, o processo de degradação dos solos só se fez intensificar. As florestas nativas foram sendo gradativamente destruídas, substituídas pelas paisagens homogêneas do café e das pastagens degradadas e de baixa produtividade, que ainda predominam em mais de 80% da região (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:231). Usos agropecuários realizados em condições inadequadas de conservação dos solos e as queimadas seqüenciadas combinaram-se, sob elevado e concentrado índice pluviométrico anual, em áreas de relevo acidentado, de grande declividade, resultando “em significativa extensão de terras da classe de alta vulnerabilidade à erosão” (CEIVAP/AGEVAP/COPPETEC, 2006:07).

Inserida em quase sua totalidade na Zona da Mata Mineira, com forte predomínio do típico relevo dos mares de morros e ocupando o trecho montante da bacia hidrográfica do Rio Paraibuna, a BCRCD apresenta características pedológicas semelhantes àquela que caracteriza toda essa região.

Com base no Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, Folha 4, na escala 1:650.000, foi possível identificar os principais tipos de solos da BCRCD, classificados segundo as “unidades de mapeamento” (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010:07), apresentadas na **figura 13** e caracterizadas no **quadro 3**.

**Quadro 3 – Distribuição e Identificação das Unidades de mapeamento de solos da BCRCD**

Unidades de mapeamento	Área na BCRCD (em km <sup>2</sup> e %)	Caracterização
LVA <sub>d</sub> 59	180,14 km <sup>2</sup> (57,51%)	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico; A moderado e proeminente; textura argilosa; relevo forte ondulado (60%) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico; textura muito argilosa; relevo ondulado e forte ondulado (20%) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico; A moderado; textura média e argilosa; relevo forte ondulado e montanhoso (20%);
LAd4	85,12 km <sup>2</sup> (27,18%)	LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico; textura muito argilosa; relevo ondulado e forte ondulado (40%) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Húmico; textura argilosa; relevo forte ondulado (40%) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico; A moderado; textura média e argilosa; relevo forte ondulado e montanhoso; fase pedregosa e não pedregosa (20%);
CH <sub>d</sub> 7	47,97 km <sup>2</sup> (15,31%)	CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico; textura média e argilosa; fase pedregosa e não pedregosa (60%) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico; textura muito argilosa (20%), ambos em relevo forte ondulado e montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico; A moderado; textura argilosa; relevo montanhoso e escarpado (10%) + AFLORAMENTO DE ROCHA (10%).

Fonte: UFV/CETEC/UFLA/FEAM (2010:08;17;26)

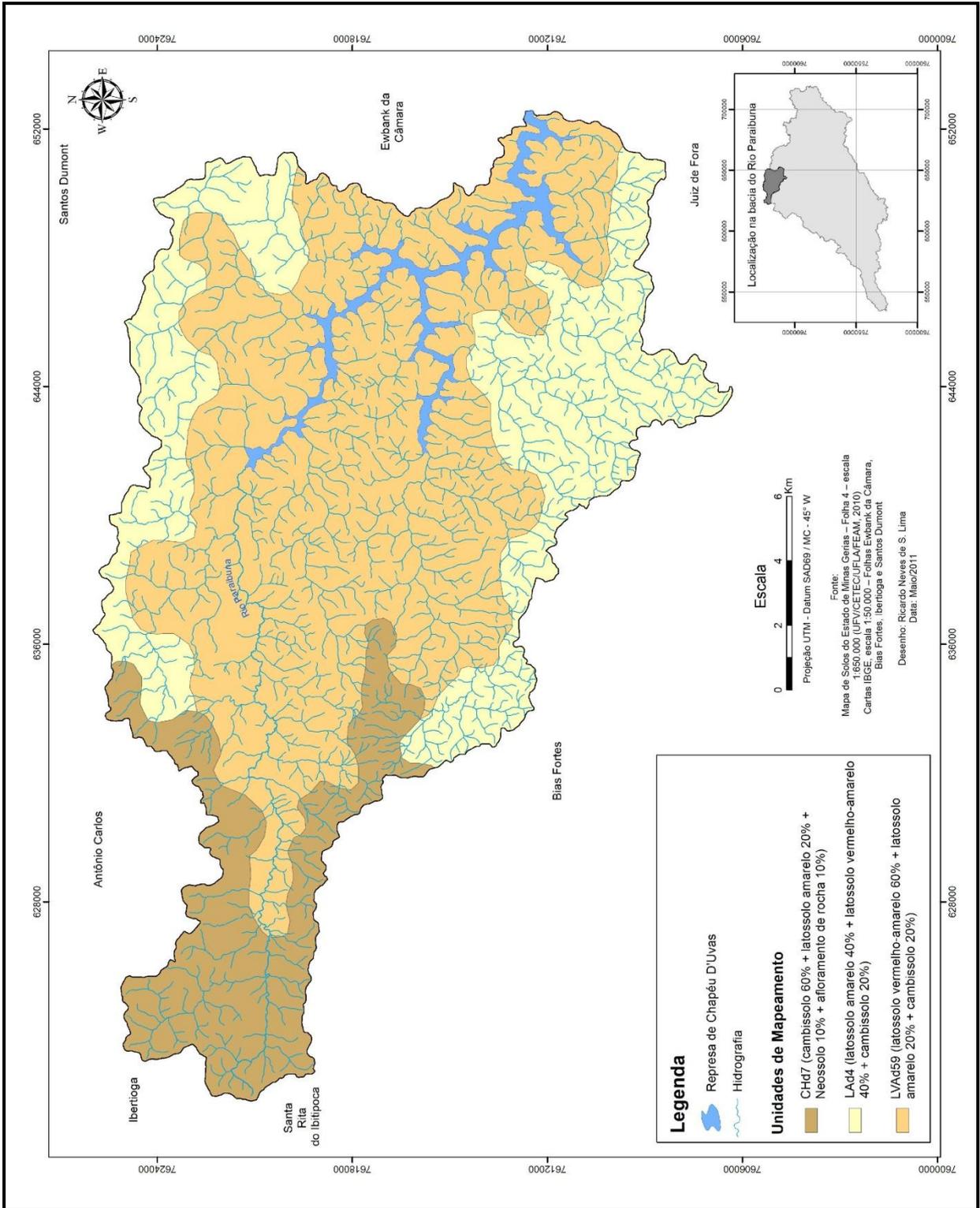


Figura 13 – Unidades de mapeamento de solos da BCRCD, segundo o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010:07)

No trabalho “Avaliação Ambiental Integrada dos Aproveitamentos Hidroelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007), os solos dessa bacia foram avaliados segundo sua suscetibilidade à erosão. Foram levados em consideração, critérios ligados às propriedades dos solos, à topografia (declividades e formas de relevo), ao uso e manejo dos solos, dentre outros, sendo estabelecidas 8 classes de suscetibilidade à erosão hídrica, variando de “Nula/Ligeira” até “Muito Forte” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:249/250).

Os resultados mostraram que “cerca de 80% das terras da bacia têm suscetibilidade forte a muito forte à erosão, caracterizando a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul como uma das mais problemáticas sob o ponto de vista erosivo” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:251).

Considerando esta mesma classificação, pode-se constatar que as unidades de mapeamento de solo presentes na BCRC D, apresentam grande suscetibilidade à erosão, tendo o seguinte enquadramento:

(1) LVAd59 e LAd4 – inseridas na classe 5, “moderada a forte suscetibilidade”, que “predomina em áreas de relevo forte ondulado, com declives entre 20 e 45%, que apresenta solos profundos e bem drenados ou em áreas de relevo ondulado, com declives entre 8 e 20%, cujos solos têm maior suscetibilidade à erosão, devido às suas características internas, como a textura superficial mais arenosa” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:250);

(2) CHd7 – quase integralmente inserida na classe 8, “muito forte suscetibilidade”, que “compreende áreas de relevo montanhoso, com declives superiores a 45%. Os solos são pouco profundos, com textura superficial média ou Neossolos Litólicos assentes diretamente sobre as rochas, em relevos montanhoso e escarpado. Compreendem também solos rasos, associados a afloramentos rochosos, situados em escarpas íngremes, com declives superiores a 75%” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:250); pequena parte dessa unidade de mapeamento, que abrange uma das nascentes do Córrego do Barulho, no ponto culminante da BCRC D (1.268m), é inserida na classe 6, “forte suscetibilidade”, que “compreende áreas de relevo forte ondulado, que apresentam solos pouco profundos e bem drenados, com textura superficial mais arenosa, e de relevo montanhoso, com declives superiores a 45%, onde predominam solos profundos e bem drenados” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:250).

### 3.4 – Geomorfologia

Valverde (1958:22) observava que, embora conhecida como Zona da Mata, não era em termos de vegetação que se poderia distinguir esta parte do Estado, mas, sobretudo, por seu relevo. De fato, essa região se caracteriza pelo relevo acidentado, com ocorrência de áreas montanhosas, morros e colinas. Em quase sua totalidade, o relevo regional varia de ondulado a montanhoso, geralmente exibindo elevações com topos arredondados ou alongados, com vertentes convexas e côncavo-convexas, terminando em vales de larguras variáveis (CETEC, 1979:26; FEAM, 1995:12; EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:224; ROCHA, 2008:31). Como consequência, grande parcela da região apresenta declividades muito pronunciadas.

É uma área extremamente representativa do domínio dos Mares de Morros, outrora florestados do Brasil de Sudeste, área de mais profunda decomposição das rochas e de máxima presença de mamelonização topográfica em caráter regional de todo o país (AB'SÁBER, 2003:57).

A presença de um relevo constituído por morros, com vales profundos de encostas íngremes, sujeitos a um elevado e concentrado índice pluviométrico anual, constituem os principais fatores predisponentes que imprimem a esta região uma dinâmica superficial bastante intensa. Contribuem ainda, de maneira significativa, a precária presença da cobertura vegetal (em grande parte formada por pastos), importante elemento protetor dos solos e ainda, a ocupação intensa e desordenada, o que a transforma numa das regiões sujeitas aos mais fortes processos de erosão e de movimentos coletivos de solos do país (AB'SÁBER, 2003:62).

Apresentando aspectos morfológicos semelhantes aos que caracterizam a Zona da Mata, enquadra-se a BCRCD, área de topografia acidentada, caracterizada por uma sucessão de morros, colinas e vertentes de grande declividade, especialmente no extremo noroeste, no município de Antônio Carlos, onde são comuns altitudes superiores a 1.000 metros (o ponto mais elevado, 1.268m, fica no limite entre os municípios de Antônio Carlos e Ibiritoga, nos domínios da Serra da Mantiqueira – **figura 14**).

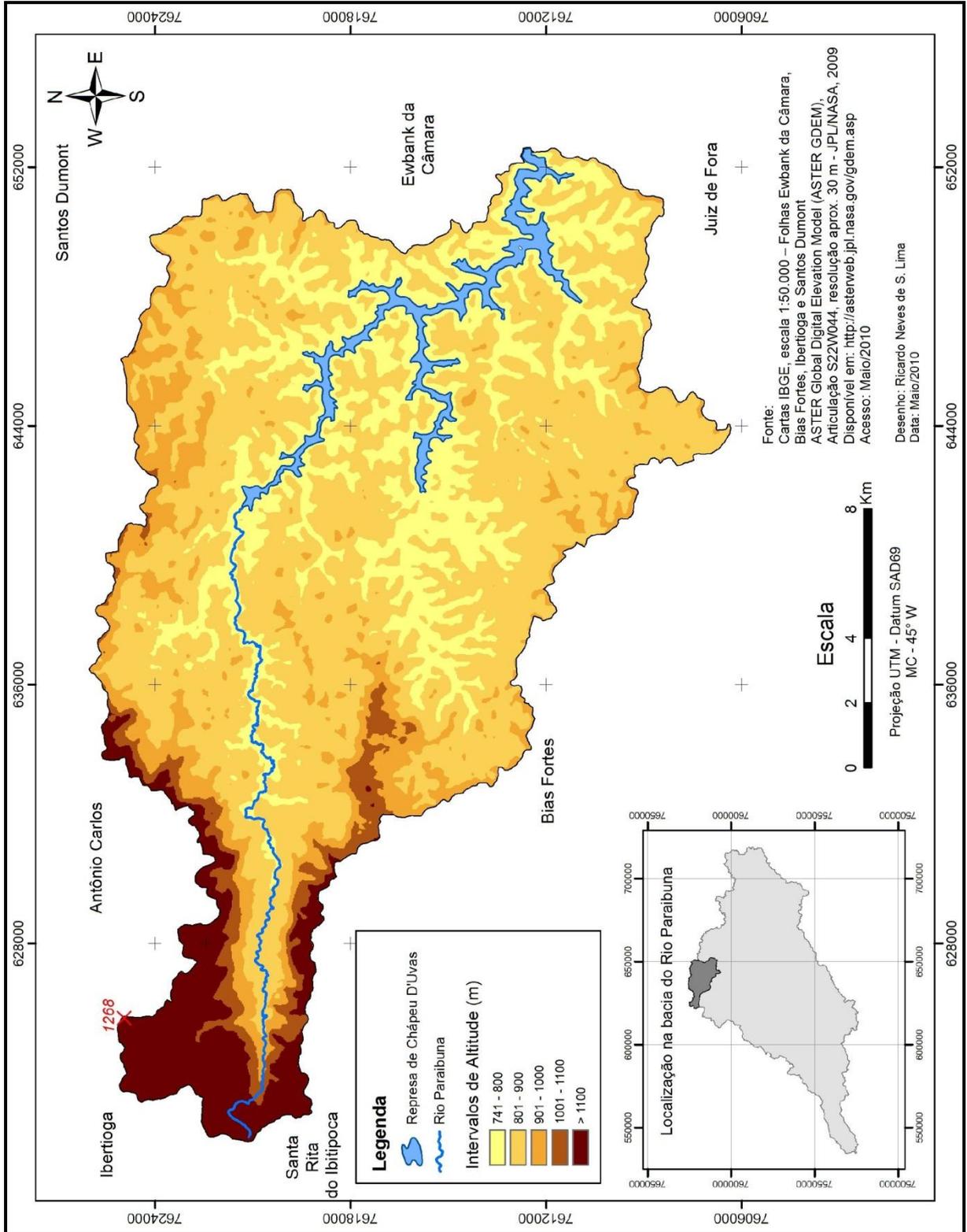


Figura 14 – Hipsometria da BCRCD

A própria Barragem de Chapéu D'Uvas se mostra ligada a este modelado local. Ela foi construída no curso principal do Rio Paraibuna, aproveitando a garganta formada pelo estreitamento de seu vale. A partir da barragem, para montante, os vales são profundos, estreitos, com encostas de maior declividade, razão pela qual a represa apresenta grande profundidade (41m), grande extensão longitudinal (23,37km), mas pequena largura (máximo de 600m).

Na BCRCO, as planícies fluviais são raras, ao contrário do que ocorre no médio curso do Rio Paraibuna, onde elas constituem forma marcante. O próprio termo 'chapéu d'uvas', nome da primeira localidade à jusante da barragem, é indicativo dessa situação. Segundo Costa (1997:159) e Vasconcelos (1999:277), a designação é uma alteração de 'Chapetuva', "significando xá, ver; pé, caminho; uva, água parada, isto é, caminho visto ou aberto no pântano".

A topografia acidentada da bacia dificultou sua ocupação, o que acabou por contribuir para a preservação de muitas matas, que desempenham importante papel contra a erosão superficial e contra o conseqüente assoreamento da represa.

Para a caracterização geomorfológica da BCRCO foram tomados como referência os trabalhos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL (1983) e pela EPE/SONDOTÉCNICA (2007). O RADAMBRASIL identifica e hierarquiza os fatos geomorfológicos de acordo com diferentes táxons, reconhecendo 6 Domínios Morfoestruturais, que compreendem 19 Regiões Geomorfológicas, as quais, por sua vez, englobam 34 Unidades Geomorfológicas (RADAMBRASIL, 1983:307).

Os Domínios Morfoestruturais são os grandes conjuntos de formas de relevo, que podem conter subdivisões que representam o segundo táxon, designados como Regiões Geomorfológicas, que "se caracterizam por uma compartimentação reconhecida regionalmente" (RADAMBRASIL, 1983:311). Estas regiões podem comportar diferentes Unidades Geomorfológicas, definidas "como um arranjo de formas de relevo fisionomicamente semelhantes em seus tipos de modelado" (RADAMBRASIL, 1983:311).

De acordo com essa classificação, a BCRCO está localizada no Domínio Morfoestrutural do Escudo Exposto, na Região Geomorfológica Planalto Centro-Sul de Minas e, neste, na Unidade Geomorfológica Planalto do Campo das Vertentes.

Essa Unidade Geomorfológica configura um elevado compartimento planáltico, intensamente dissecado em formas mamelonares e cristas, resultando numa paisagem característica do tipo mares de morros, com altitudes que variam de

700m a 1.300m. As feições morfológicas acham-se esculpidas em litologias arqueano-proterozóicas, incluindo migmatitos, granitos, granodioritos, gnaisses, metabasitos, xistos e charnockitos. Predominam modelados de dissecação homogênea, com colinas convexo-côncavas e eventuais feições aguçadas, denotando a presença de rochas mais resistentes ao processo erosivo. As formas de relevo dessa unidade são, em geral, envolvidas por formações superficiais espessas e argilosas, com ou sem fragmentos de rocha, provenientes da alteração dos gnaisses (RADAMBRASIL, 1983:353; EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:229).

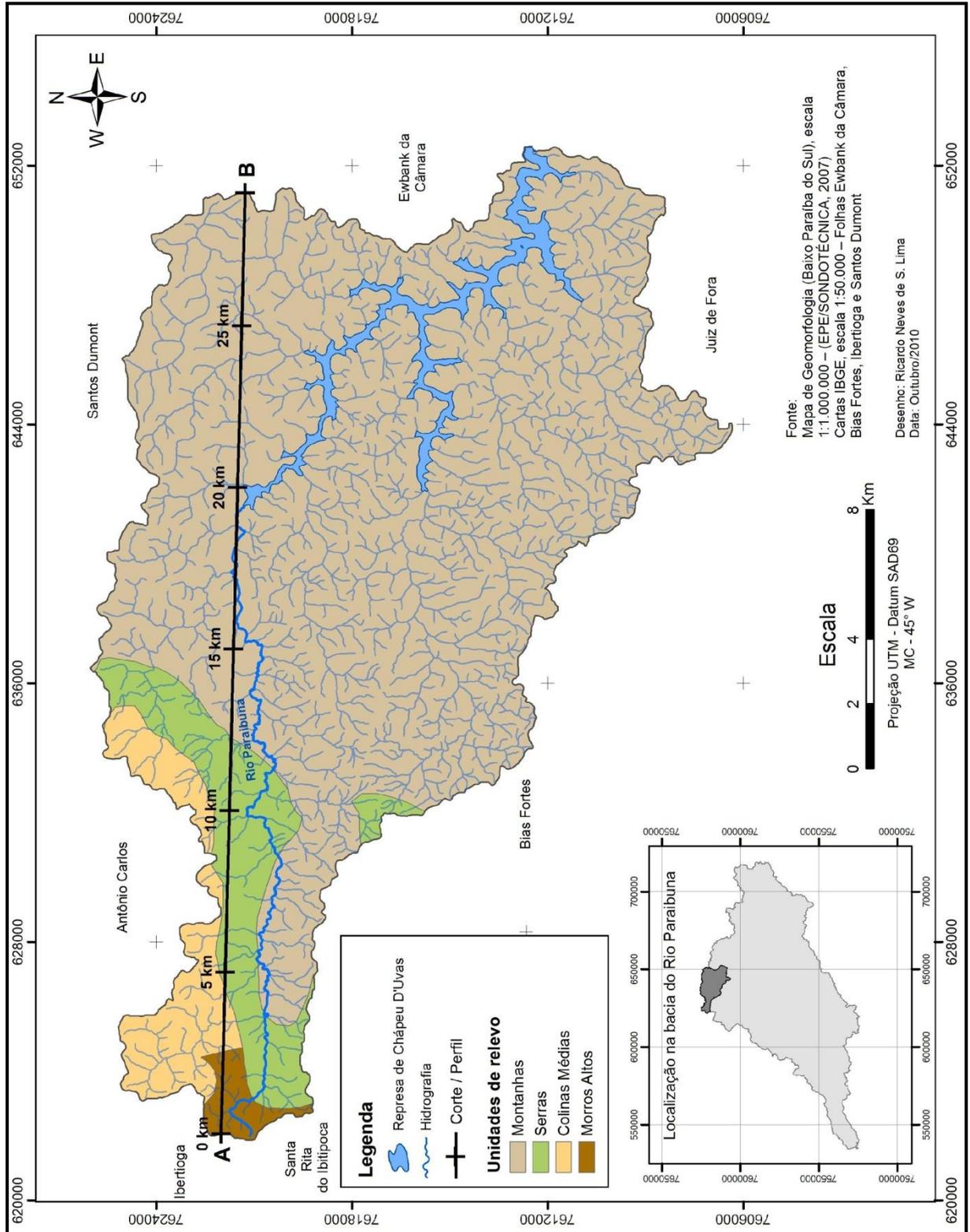
Pelo trabalho da EPE/SONDOTÉCNICA (2007) foi identificado um táxon menor que a Unidade Geomorfológica do RADAMBRASIL, as chamadas Unidades de Relevo, “conjunto de formas de relevo com textura e padrão semelhante, levando em conta a amplitude altimétrica, gradiente, geometria dos topos e vertentes, densidade de drenagem e padrão de drenagem” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:224). Com base no Mapa de Geomorfologia do Baixo Paraíba do Sul, na escala 1:1.000.000 (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007), foi possível identificar e mapear 4 unidades de relevo na BCRCD (**Quadro 4, Tabela 6 e Figura 15**).

**Quadro 4 – Táxons adotados para identificar as formas de relevo da BCRCD**

Táxons	Nomenclatura	Fonte	Enquadramento da BCRCD
1º	Domínio Morfoestrutural	RADAMBRASIL (1983)	Escudo Exposto
2º	Região Geomorfológica	RADAMBRASIL (1983)	Planalto Centro-Sul de Minas
3º	Unidade Geomorfológica	RADAMBRASIL (1983)	Planalto dos Campos das Vertentes
4º	Unidade de Relevo	EPE/ SONDOTÉCNICA (2007)	Montanhas (Mt); Serras (Se); Colinas Médias (Cm); Morros Altos (Ma)

**Tabela 6 – Distribuição das unidades de relevo na BCRCD**

Unidade de Relevo	Área (km²)	Percentual (%)
Montanhas	264,55	84,4
Serras	26,95	8,6
Colinas médias	17,71	5,7
Morros altos	4,02	1,3
Totais	313,23	100,0



**Figura 15 – Unidades de relevo da BCRCD, segundo o Mapa de Geomorfologia do Baixo Paraíba do Sul (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007)**

## Montanhas (Mt)

Esta unidade de relevo domina a maior parte da BCRC (84,4%), sendo, portanto, sua forma mais característica, ocorrendo em áreas pertencentes aos três municípios. Caracterizam-se por maciços montanhosos dissecados, topos angulosos e arredondados e vertentes convexas e retilíneas; apresenta uma sucessão de morros, com vales profundos e fechados, exceto por uma pequena planície fluvial no Rio Paraibuna (350m de largura máxima), localizada na altura da localidade do Espírito Santo, à montante da Represa de Chapéu D'Uvas, área de depósitos aluviais (**Figura 12, p.68**); em sua quase totalidade, ocupa terrenos da unidade geológica Complexo Mantiqueira, composta de gnaisses comuns, metabasitos, xistos magnesianos e calcissilicáticas (**Figura 12, p.68**); predominam os latossolos, das unidades de mapeamento LAd4 e LVAd59 (**Figura 13, p.74**); as altitudes variam de 741m (nível máximo da represa) a 1.100m, sendo a maior parte compreendida no intervalo de 800m a 1.000m; as declividades situam-se no intervalo de 8% a 45%; apresenta alta densidade de drenagem (2,61km/km<sup>2</sup>), com padrão dendrítico.

## Serras (Se)

Ocupam 8,6% da bacia, nas áreas de ocorrência da Serra da Mantiqueira, no noroeste da bacia, em área pertencente ao município de Antonio Carlos; caracterizada como “um relevo de patamares litoestruturais, com vertentes retilíneas a côncavas e escarpadas, com topos de cristas alinhadas, aguçadas ou levemente arredondadas compondo, em geral, alinhamentos serranos” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:225); predominam os latossolos, da unidade de mapeamento LVAd59 e os cambissolos, da unidade de mapeamento CHd7 (**Figura 13, p.74**); as altitudes variam de 800m a 1.200m, estando a maior parte compreendida no intervalo de 900m a 1.100m, com grandes amplitudes topográficas; as declividades são acentuadas, muitas vezes superiores a 45%; apresenta alta densidade de drenagem (2,45km/km<sup>2</sup>), com muitos cursos d'água de hierarquia baixa, compondo um padrão dendrítico.

### **Colinas médias (Cm)**

Esta unidade de relevo ocupa 5,7% do noroeste da bacia, no município de Antônio Carlos; constituem pequenas elevações do terreno, de topos convexos, por vezes alongados ou eventualmente aplainados; na sua área de ocorrência dominam os cambissolos, principal tipo da unidade de mapeamento CHd7 (**Figura 13, p.74**); a base geológica (**Figura 12, p.68**) é representada pela unidade Suíte Metamórfica São Bento dos Torres (rochas charnoquíticas), no trecho que abrange as nascentes do Córrego do Barulho, e pelo Complexo Mantiqueira, a leste; as altitudes variam de 900m até 1.268m (pico culminante da bacia), mas distribuídas de maneira desigual: na bacia do Córrego do Barulho, predominam altitudes entre 1.100m e 1.268m, sendo a maior parte compreendida no intervalo de 1.100m a 1.200m, com pequena amplitude topográfica e menores declividades, entre 8% e 20%; na direção leste, entre os córregos Picumã e Bocaina, as altitudes ficam entre 900m e 1.220m, com a maior parte da área entre 1.000m e 1.200m, com maiores amplitudes topográficas e maiores declividades; apresenta menor valor de densidade de drenagem, em comparação às demais unidades de relevo (2,20km/km<sup>2</sup>), com padrão dendrítico.

### **Morros altos (Ma)**

Essa unidade ocupa somente 1,3% da bacia, no município de Antonio Carlos, no extremo noroeste da bacia, região das nascentes do Rio Paraibuna; apresentam-se como morros elevados, convexo-côncavos, dissecados, com topos arredondados, às vezes aguçados; integralmente inserida na unidade de mapeamento de solos CHd7, onde predominam os cambissolos (**Figura 13, p.74**); a maior parte da unidade se assenta sobre as rochas do Grupo Andrelândia, composta por gnaisses e xistos gruvaquianos, quartzitos, anfíbolito e rochas calcissilicáticas (**Figura 12, p.68**); as altitudes variam de 1.000m a 1.236m, com a maior parte compreendida no intervalo de 1.100m a 1.200m, com pequena amplitude topográfica; as declividades médias situam-se na faixa de 8% e 20%; apresenta padrão dendrítico e alta densidade de drenagem (2,48km/km<sup>2</sup>).

Na **figura 15 (p.80)** é possível observar o corte AB, utilizado para representar o perfil das unidades de relevo da bacia, como mostrado na **figura 16**, a seguir.

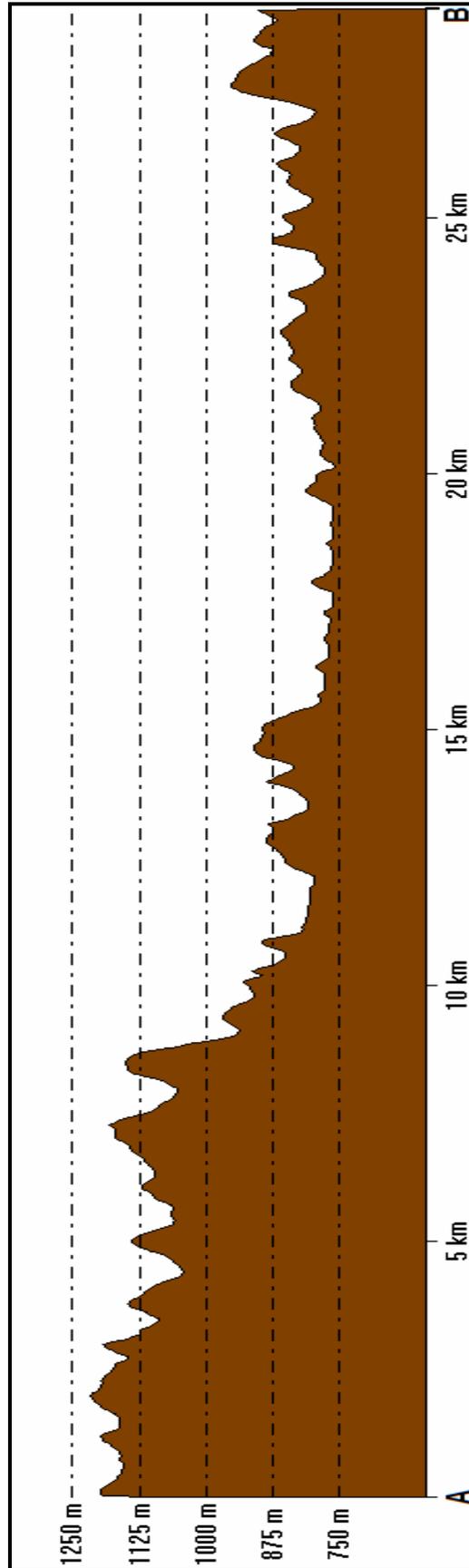


Figura 16 – Perfil topográfico da BCRCD (corte AB)

### 3.5 – Declividade

O estudo da declividade torna-se necessário porque ela se constitui num dos fatores topográficos mais importantes “no condicionamento da gênese e evolução do processo erosivo” (SILVA, SCHULZ & CAMARGO, 2003:19). Além disso, a declividade dos terrenos se associa às muitas atividades humanas, dificultando ou facilitando, por exemplo, a ocupação e a abertura de vias, razão pela qual, inúmeras leis dispensam especial atenção à declividade como fator limitante de usos, ocupação e modelos de parcelamento do solo.

Muitos autores (LEMOS & SANTOS, 1982:24; SILVA, SCHULZ & CAMARGO, 2003:30) caracterizam as formas de relevo em associação com os valores de declividade, como apresentado no **quadro 5**.

**Quadro 5 – Relação entre declividade e formas de relevo**

Intervalos de declividade	Classes de relevo	Caracterização
Até 3% ( $\cong 2^\circ$ );	Plano	Superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos;
>3% ( $\cong 2^\circ$ ) ≤ 8% ( $\cong 5^\circ$ )	Suave ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives suaves;
>8% ( $\cong 5^\circ$ ) ≤ 20% ( $\cong 11^\circ$ )	Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives acentuados;
>20% ( $\cong 2^\circ$ ) ≤ 45% ( $\cong 24^\circ$ )	Forte ondulado	Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros, com declives fortes;
>45% ( $\cong 24^\circ$ ) ≤ 75% ( $\cong 37^\circ$ )	Montanhoso	Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes;
>75% ( $\cong 37^\circ$ )	Escarpado	Regiões ou áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo escarpamentos (...) e vertentes de declives muito fortes de vales encaixados.

Fonte: Lemos & Santos (1982:34)

Para o estudo da BCRCO optou-se por fixar 5 intervalos de declividade, com base no trabalho de Lemos & Santos (1982:34), que se mostram representativos da situação topográfica local e que serão utilizados como parâmetros no zoneamento físico-ambiental (**Capítulo 5**), como apresentado na **tabela 7**.

**Tabela 7 – Distribuição dos intervalos de declividade na BCRCO**

Intervalos de declividade (%)	Área na bacia (km <sup>2</sup> )	% da bacia
Até 3%	20,85	6,66
>3 ≤ 8	17,57	5,61
>8 ≤ 20	74,90	23,91
>20 ≤ 45	174,21	55,62
>45	25,70	8,20
Totais	313,23	100,0

É possível observar que quase 80% da bacia apresentam declividades compreendidas no intervalo de 8% a 45%. Estas áreas encontram-se irregularmente distribuídas, embora exista maior concentração no noroeste da bacia, nas áreas próximas às principais nascentes do Rio Paraibuna, em terrenos pertencentes aos municípios de Antônio Carlos e Santos Dumont, nos limites com os municípios de Ibertioga, Santa Rita do Ibitipoca e Bias Fortes (**Figura 17**), coincidindo com as áreas de maiores altitudes da bacia.

As áreas com declividades superiores a 45%, que constituem um relevo montanhoso a escarpado, ocupam 8,20% da bacia. Nestas áreas dominam as serras como forma típica do relevo, também no noroeste da bacia, no município de Antônio Carlos. A conjugação de elevadas declividades, relevo montanhoso e escarpado, com ocorrência predominante dos cambissolos (da unidade de mapeamento CHd7), indica tratar-se de áreas mais sensíveis à ocupação e que devem ser mantidas como áreas de preservação, não devendo ser permitido o parcelamento do solo, o processo de ocupação e, especialmente, a retirada da vegetação.

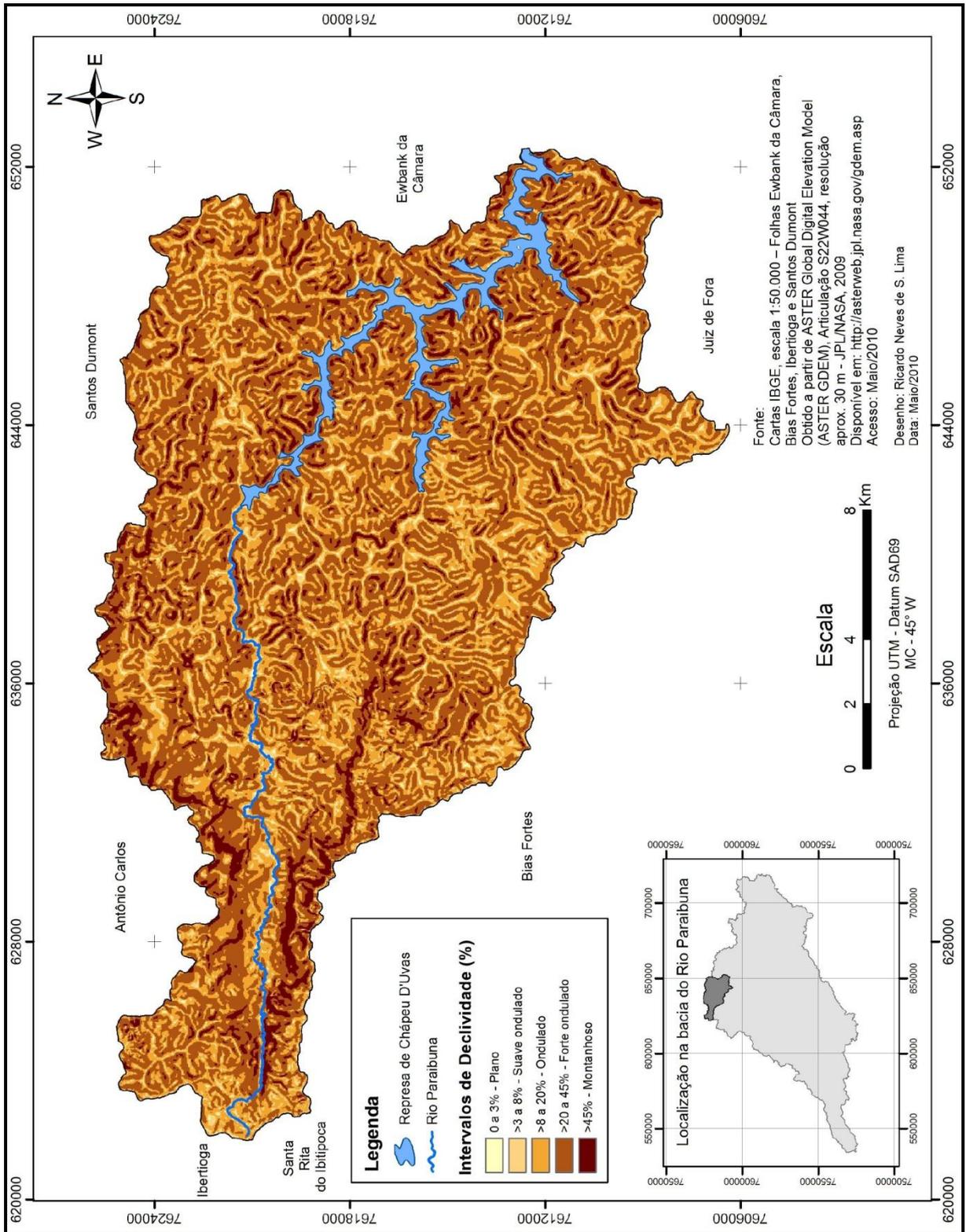


Figura 17 – Classes de declividade da BCRCD

### 3.6 – Recursos hídricos

A principal artéria da bacia é o Rio Paraibuna, que percorre 50,41km (32km em linha reta) desde sua nascente até a Barragem de Chapéu D’Uvas, sendo os últimos 23,37km desse trecho (considerando a cota máxima de inundação de 741m) transformado em represa.

O Rio Paraibuna nasce nos contrafortes da Serra da Mantiqueira, no município de Antonio Carlos, próximo à divisa com os municípios de Ibertioga e Santa Rita do Ibitipoca, a 1.174 metros de altitude, com o nome de Córrego Campinho. Na verdade, são reconhecíveis em campo, várias nascentes que dão origem a pequenos cursos d’água, mas que pela reduzida extensão não são retratados nas cartas do IBGE, editadas na escala 1/50.000. A nascente do Córrego Campinho (**Figura 18**) é oficialmente reconhecida como a principal e por isso mereceu ato legal de tombamento pelo município de Antônio Carlos, através do Decreto Municipal Nº 03/86, em 12/08/1986.



**Figura 18 – Nascente do Rio Paraibuna em terras da Fazenda Campinho, município de Antônio Carlos. (Foto: Munick D. F. Barbosa, 02/04/2011)**

A nascente se localiza em meio a uma pequena e fechada grota, formada por vegetação arbórea de médio porte, entremeada por pastos e eucaliptos e pontilhada por araucárias, típicas da região do Campo das Vertentes. A partir da nascente, o Rio Paraibuna, ainda com o nome de Córrego Campinho, toma o sentido geral SW/NE (atravessando a Rodovia MG 135) e depois, o sentido geral NW-SE, até alcançar a confluência com o Córrego Ponte Funda. Nesse pequeno trajeto, de 2.602m, o Paraibuna sofre um desnível de 177m, partindo da cota 1.174m para 997m de altitude, produzindo um trecho bastante encachoeirado.

A partir dessa última confluência, o rio passa a correr no sentido geral W-E, assim permanecendo até iniciar a Represa de Chapéu D'Uvas, em um ponto próximo da confluência com o Córrego Cachoeira. Durante quase todo esse percurso ele figura com o nome de Córrego Ponte Funda e somente ganha a denominação de Rio Paraibuna quando da confluência com o Córrego São José, seu afluente pela margem direita (**Figura 19**).

Logo à jusante da confluência com o Córrego Cachoeira, ponto que serve de limite natural entre os municípios de Antônio Carlos e Santos Dumont, o Rio Paraibuna atinge a cota 741m de altitude, cota máxima de acumulação de suas águas para formação da Represa de Chapéu D'Uvas. Daí, até à barragem, o rio percorre 23,37km, quando perde sua identidade e passa a formar um ambiente artificial, lântico. Nesse trajeto, de sentido geral NW-SE, o Paraibuna passa a receber afluentes de maior volume, como os córregos Samambaia e Goiabeira, o Rio Taquaruçu e os ribeirões São Bento e Lambari, alguns deles com seu baixo curso também alagado pela formação da represa.

Os principais cursos d'água, formadores e afluentes do Rio Paraibuna nesse trecho (entre a nascente e a barragem) e que alimentam a Represa de Chapéu D'Uvas estão representados no esquema da **figura 19**.

A BCRCO ocupa uma área de 313,23 km<sup>2</sup> (**Figura 20**), abrangendo 110,47km<sup>2</sup> do município de Antônio Carlos (35,27%), 137,94km<sup>2</sup> do município de Santos Dumont (44,04%) e 64,82km<sup>2</sup> do território de Ewbank da Câmara (20,69%), onde também está localizada a Barragem de Chapéu D'Uvas, que possibilita a regularização de uma vazão média efluente de 5,5 m<sup>3</sup>/s (SONDOTÉCNICA, 1975:15; MAGNA ENGENHARIA, 2003b:05).

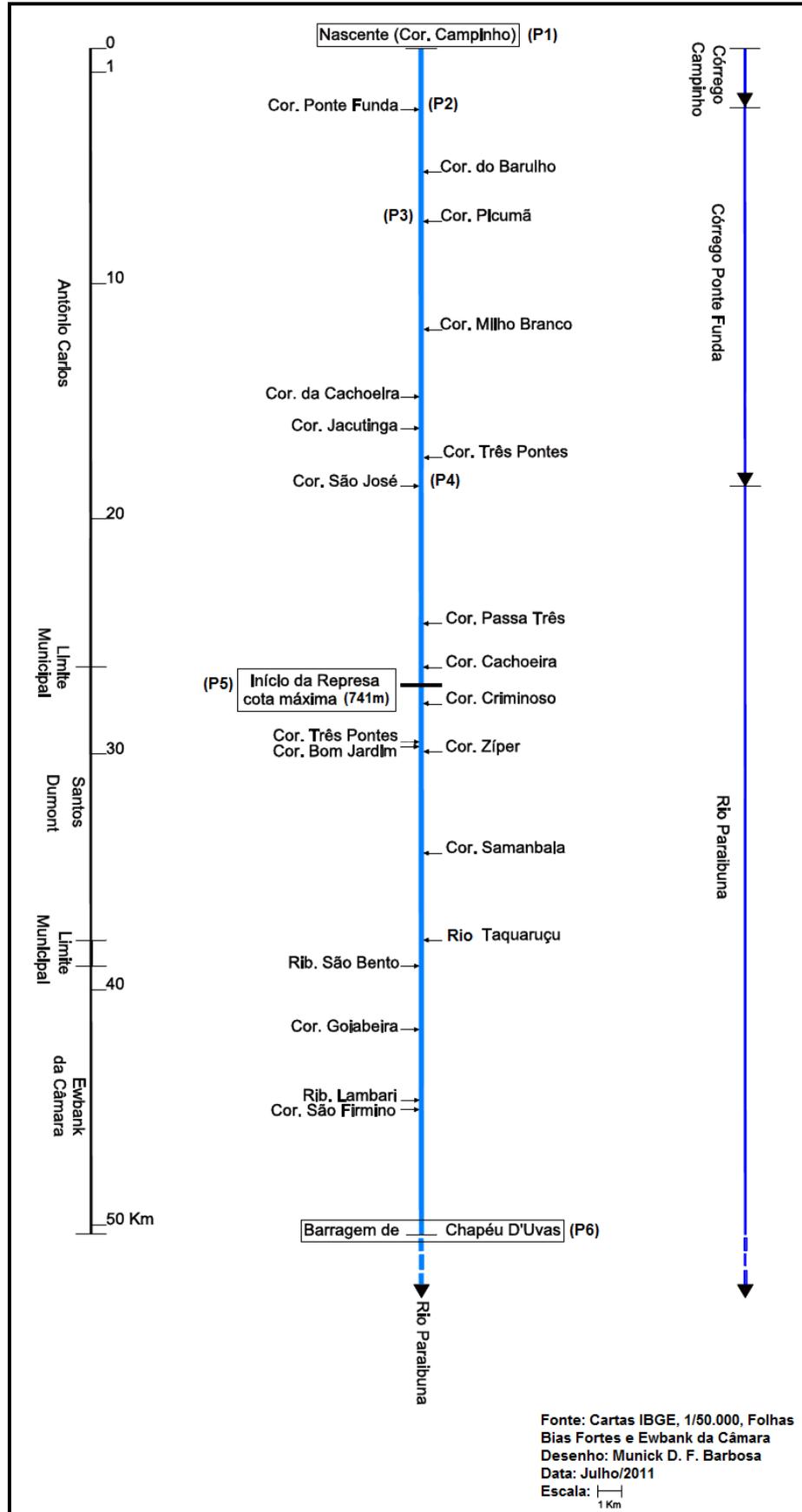


Figura 19 - Esquema representativo do Rio Paraibuna e seus principais afluentes, desde sua nascente até a Barragem de Chapéu D'Uvas

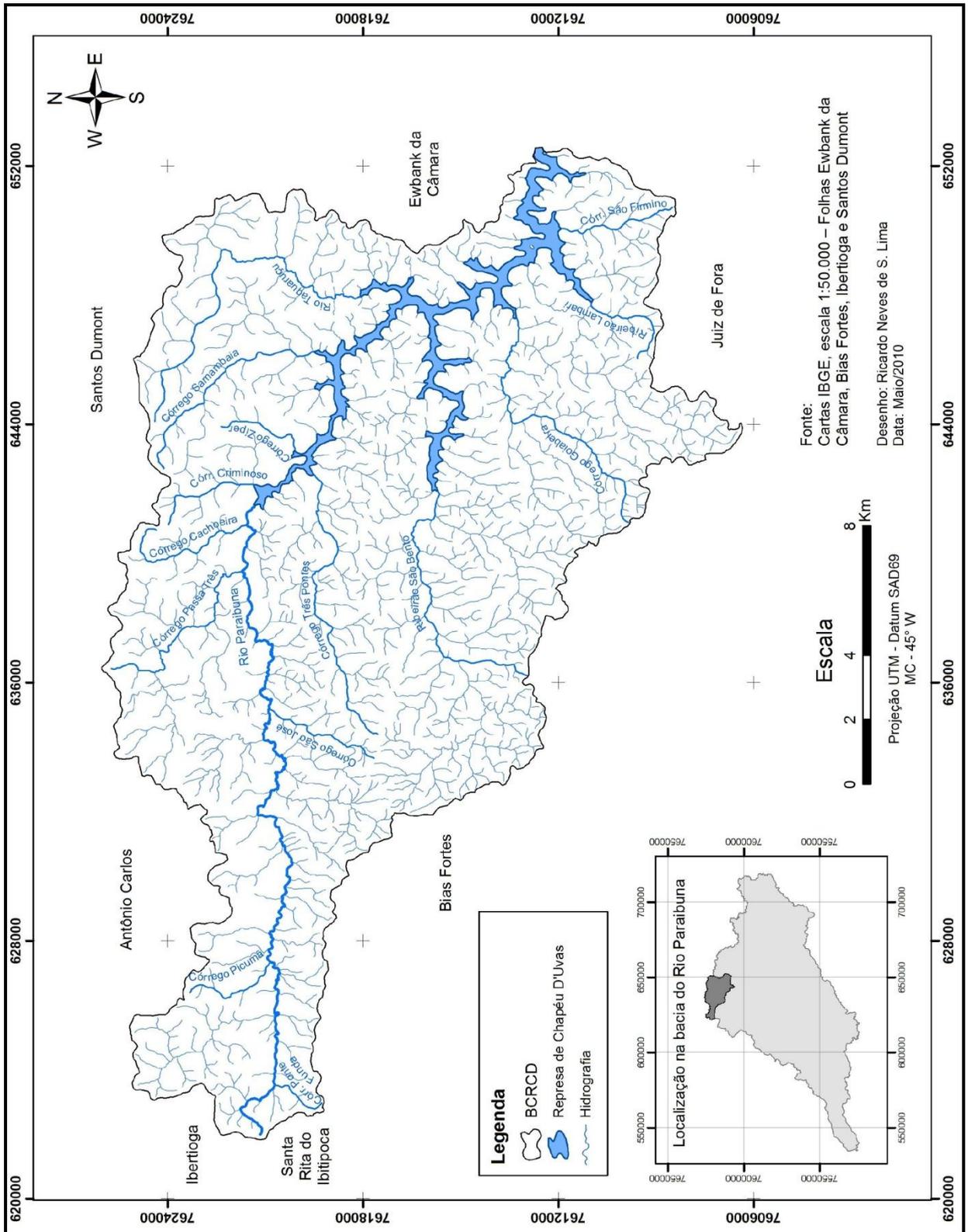


Figura 20 – Rede hidrográfica formadora da Represa de Chapéu D'Uvas

Se de um lado o alto curso se caracteriza pela pequena vazão geral de seus cursos d'água, por outro lado, a paisagem formada por uma sucessão de morros e colinas, com encostas de elevada declividade e vales estreitos, produz canais fluviais menos largos e mais profundos, onde os gradientes mais elevados, especialmente nas áreas próximas das cabeceiras, produzem cursos d'água muito eficientes em erodir e transportar sedimentos. Como se pode presumir, grande parte dos sedimentos produzidos na bacia tem como destino final a própria Represa de Chapéu D'Uvas. E o assoreamento é o efeito que menos se deseja numa área destinada ao armazenamento de água.

Entre maio e novembro de 2009, Nassur, Coelho & Paiva (2010) realizaram 11 campanhas de campo para avaliar a concentração de sedimentos nas águas do Rio Paraibuna, numa seção de monitoramento localizada junto à Estação Fluviométrica da ANA (**Figura 6, p.46**), na localidade de Chapéu D'Uvas, cerca de 3km à jusante da barragem. Os valores observados naquele ponto variaram de 6,01 a 18,163 toneladas/dia. Esses resultados se tornam bastante expressivos, pois como a seção de monitoramento fica à jusante da barragem, pode-se concluir que a mesma desempenha importante papel na retenção de parte dos sedimentos originários da bacia de contribuição (NASSUR, COELHO & PAIVA, 2010).

De acordo com o modelo de ordenamento de canais proposto por Strahler (1982:523), a bacia tem hierarquia fluvial de 6ª ordem, ou seja, o Rio Paraibuna chega à Represa de Chapéu D'Uvas como curso d'água de ordem 6. Enquanto Córrego Campinho, atinge a ordem 4; depois, como Córrego Ponte Funda, atinge a ordem 5 quando recebe o Córrego da Cachoeira (também de ordem 4), pela margem direita, ainda no município de Antônio Carlos; com o nome de Rio Paraibuna, passa à ordem 6 quando recebe o Ribeirão São Bento, também chamado de Rio Mansinho (de ordem 5), pela margem direita, maior e mais importante afluente do Paraibuna à montante da barragem, e cuja foz serve de limite natural entre os municípios de Santos Dumont e Ewbank da Câmara.

O sistema hidrográfico que alimenta a Represa de Chapéu D'Uvas é composto por 987 nascentes (certamente este número deve ser bem maior, já que este dado foi obtido a partir das cartas do IBGE, que apresentadas na escala 1/50.000, omitem os menores córregos), que formam 117 microbacias, de baixa hierarquia em sua maioria, compondo uma drenagem tipicamente dendrítica (**Figura 20 e Tabela 8**).

**Tabela 8 – Hierarquia das microbacias que compõem a BCRCD**

Ordem	Margem direita	Margem esquerda	Total	Principais cursos d'água
1ª	31	25	56	
2ª	26	12	38	
3ª	7	7	14	Córrego do Barulho; Córrego Passa Três; Córrego da Cachoeira;
4ª	5	3	8	Córrego Campinho; Córrego Criminoso; Córrego Samambaia; Rio Taquaruçu; Córrego Cachoeira; Córrego Três Pontes; Córrego Goiabeira; Ribeirão Lambari; Córrego São Firmino;
5ª	1	---	1	Ribeirão São Bento;
Total	70	47	117	

O gradiente médio do Rio Paraibuna, desde a sua nascente até a barragem é de 8,59m/km (desnível de 433m em 50,41km). Mas seu comportamento está longe da regularidade (**Tabela 9**). Nos primeiros 2,6km, até a confluência com o Córrego Ponte Funda, apresenta o elevado gradiente de 68,03m/km, típico das áreas de cabeceira em regiões montanhosas; a partir desse ponto, até a confluência com o Córrego Picumã, apresenta gradiente menor, mas ainda elevado, de 36,31m/km; desse ponto até receber o Córrego São José, quando passa a se chamar Rio Paraibuna, o gradiente se reduz para 4,15m/km e o rio passa a correr descrevendo meandros; desse ponto, até o início da represa (na cota de 741m de altitude), o gradiente é de 4,51m/km, ainda relativamente baixo; do início da represa até a barragem são 23.373m, obviamente sem gradiente, devido à planura da lâmina d'água proporcionada pelo artificial ambiente da represa.

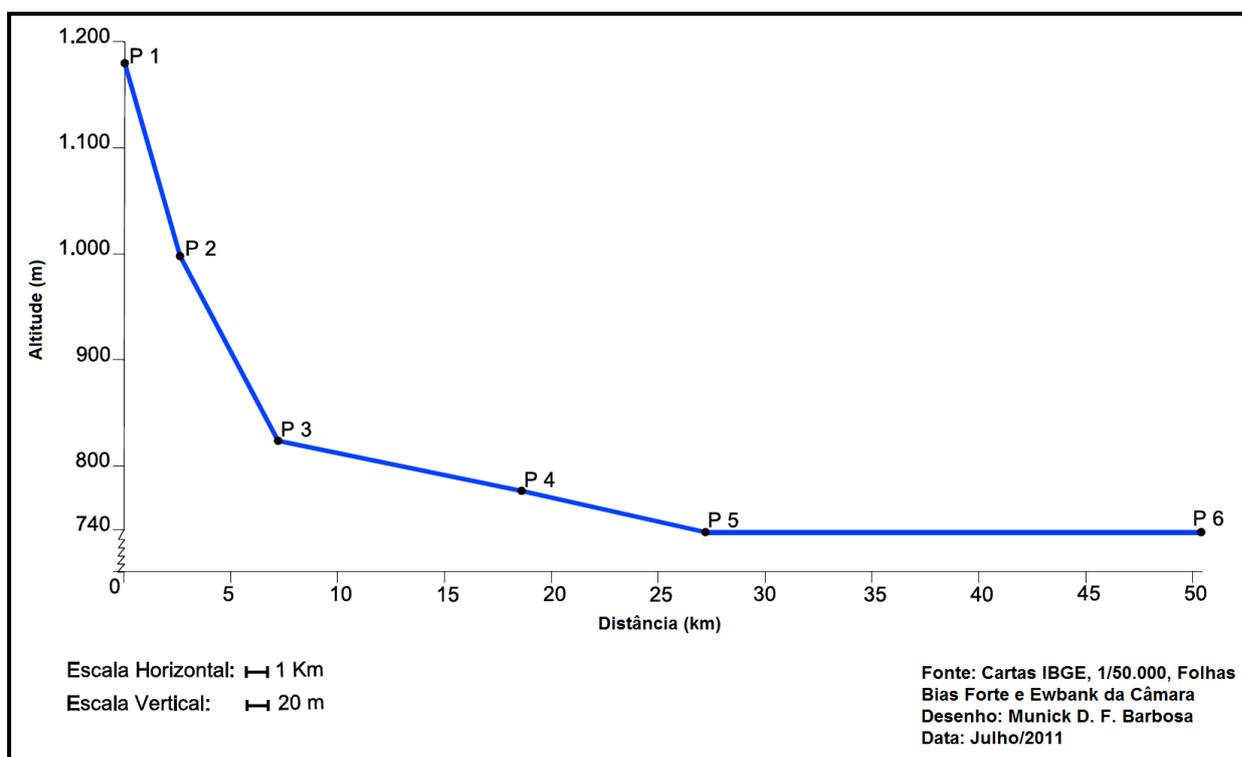
O perfil longitudinal do Rio Paraibuna na BCRCD (**Figura 21**) foi construído tomando-se como referência 6 pontos distintos, que marcam variações importantes no seu comportamento (**Tabela 9 e Figura 19**).

No trecho inicial, de maiores gradientes (P1 a P3), predominam fortes declividades longitudinais, acidentes naturais como corredeiras e cachoeiras, regime turbulento e irregular, instabilidade de margens, grande capacidade erosiva e de transporte de sedimentos.

A partir do ponto P3, a redução dos gradientes implica na diminuição da velocidade das águas e do seu poder transportador, com modificação no comportamento do rio, que se torna meândrico e assim permanece até a confluência com o Córrego Passa Três (**Figuras 19 e 20**), permitindo a deposição de aluviões, que vão formar uma planície fluvial, extensa, mas de pequena largura (máximo de 350m). A partir do ponto P5 tem início a represa (cota 741m), quando o ambiente do rio é artificializado, com redução das velocidades e do poder transportador.

**Tabela 9 – Pontos do perfil longitudinal do Rio Paraibuna na BCRC**

Pontos	Localização	Extensão (m)	Altitude (m)	Diferença de nível (m)	Gradiente (m/km)
P1	Nascente	---	1.174	---	---
P2	Confluência com o Córrego Ponte Funda	2.602	997	177	68,03
P3	Confluência com o Córrego Picumã	4.709	826	171	36,31
P4	Confluência com o Córrego São José	11.314	779	47	4,15
P5	Início da represa	8.412	741	38	4,51
P6	Barragem	23.373	741	0	0
Total		50.410	---	439	8,59



**Figura 21 – Perfil longitudinal do Rio Paraibuna, desde sua nascente até a Barragem de Chapéu D'Uvas**

### 3.7 – Qualidade das águas

Embora o abastecimento humano se constitua no uso mais nobre da água, dele dependendo as demais atividades humanas, ela apresenta uma multiplicidade de usos, mais ou menos exigentes com relação à sua qualidade e quantidade.

Para atender a cada uso são exigidas características específicas da água, assim como lhe são impostas limitações aos tipos e à quantidade de impurezas. Alguns usos demandam elevado padrão sanitário, outros apresentam restrições à presença de produtos químicos e outros, se limitam à manutenção de aspectos estéticos. Como a qualidade desejada para os recursos hídricos vai depender dos usos para os quais se destinam (MOTA, 1988:05), eles são classificados de acordo com sua qualidade e/ou segundo seus usos preponderantes.

A Resolução CONAMA 357, de 17/03/2005, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água, dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes”, definiu a classificação das águas (doces, salinas e salobras) do território nacional em 13 classes e, para cada uma delas estabeleceu limites e/ou condições, em função de sua destinação final ou segundo seus usos preponderantes. De acordo com essa resolução, as águas doces foram agrupadas em 5 classes, Especial, 1, 2, 3 e 4, conforme sua destinação (**Quadro 6**). Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa Conjunta, COPAM/CERH-MG Nº 1, de 05/05/2008, é que “dispõe sobre a classificação dos corpos d’água, dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes”.

O Rio Paraibuna, desde sua nascente até a Barragem de Chapéu D’Uvas é enquadrado em duas classes, de acordo com a Deliberação COPAM Nº 58, de 25/09/1996 e Deliberação Normativa COPAM Nº 16, de 25/09/1996. Da nascente até a confluência com o Córrego São José, é enquadrado na Classe Especial e, a partir daí, até a barragem (incluindo, portanto, a represa) é enquadrado na Classe 1.

O monitoramento da qualidade das águas da Represa de Chapéu D’Uvas é realizado mensalmente pela CESAMA, desde 2005. Os parâmetros monitorados são: Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez, Ferro (Fe), Manganês (Mn), Fósforo (P), Cor, Nitrogênio Total, Oxigênio Dissolvido (OD), Alcalinidade, Dureza, Cloreto, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Condutividade, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli* e Cianobactérias.

**Quadro 6 – Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes**

Classes	Destinação
Especial	Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
Classe 1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA Nº 274, de 29/11/2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;
Classe 2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA Nº 274, de 29/11/2000; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; Aqüicultura e à atividade de pesca.
Classe 3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais;
Classe 4	Navegação; Harmonia paisagística e usos menos exigentes;

Fontes: Resolução CONAMA Nº 357, de 17/03/2005 (capítulo II, seção I, artigo 4º);  
Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº1, de 05/05/2008 (seção I, artigo 4º).

Como as amostras são coletadas num ponto próximo à barragem e à torre de tomada d'água da represa (**Figura 22**), os resultados devem ser comparados com os padrões previstos para a Classe 1, enquadramento proposto para esse trecho.

A **tabela 10** apresenta os resultados de alguns parâmetros avaliados no período de maio/2005 a dezembro/2010.



**Figura 22 – Local de coleta das amostras de água pela CESAMA, próximo à barragem. (Foto: Pedro J. O. Machado, novembro/2009)**

**Tabela 10 – Parâmetros de qualidade das águas da Represa de Chapéu D'Uvas observados entre maio/2005 e dezembro/2010**

Parâmetros	Padrão Classe 1	Nº de amostras	Valor médio	Menor valor	Maior valor	Amostras fora dos padrões	
						nº	%
DBO	Até 3mg/l	58	11,88	0,0	43,0	51	87,9
OD	Mínimo de 6mg/l	40	6,07	2,6	8,5	15	37,5
Turbidez	Até 40UNT	66	6,50	1,40	99,1	1	1,5
pH	6,0 a 9,0	66	7,27	5,62	8,62	0	0
Coliformes termotolerantes	Até 200 col/100ml <sup>(*)</sup>	59	1.782,5	158,5	>2.419,2	53	89,8
P Total	0,020mg/l	56	0,37	0,02	>3,50	54	96,4
Mn Total	0,1 mg/l	61	0,16	0	1,3	18	29,5
<i>E. Coli</i>	Até 200/100ml <sup>(**)</sup>	59	51,89	<1	1.299,7	4	6,8

<sup>(\*)</sup> Para todos os usos, exceto recreação de contato primário, não deverá ser excedido o limite de 200 coliformes termotolerantes por 100ml, em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas em um ano, com frequência bimestral” (artigo 14 - Resolução CONAMA 357/2005);

<sup>(\*\*)</sup> A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes observando-se os mesmos limites (artigo 13 - DN Conjunta COPAM/CERH-MG N°1/2008);

Fonte: Departamento de Gestão da Qualidade/CESAMA

Pode-se observar que, exceção feita à turbidez e ao pH, os demais parâmetros apresentaram desconformidade com os padrões da Classe 1, sobretudo, DBO, P total e Coliformes Termotolerantes, que em quase 90% das amostras tiveram valores superiores ao estabelecido.

Esses parâmetros microbiológicos são indicadores da presença de matéria orgânica nas águas da represa, que pode ser introduzida pelos esgotos domésticos gerados pela população da bacia, pelos efluentes da atividade pecuária e/ou pela decomposição da matéria orgânica vegetal, ainda presente no fundo da represa, que teve seu processo de reservação iniciado em dezembro de 1995, sem que fosse previamente retirada a vegetação local.

Os Coliformes Termotolerantes, além de presentes nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem também em solos, plantas e outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal. Como a população da bacia é pequena e esparsa, é provável que os elevados valores observados tenham origem diferente da introdução de esgotos domésticos. Parâmetro mais significativo nesse caso é a *Escherichia coli* (*E. Coli*), única espécie do grupo dos Coliformes Termotolerantes, cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, constituindo-se, por isso, num indicador mais preciso da introdução de efluentes sanitários. Nesse caso, observa-se que os valores registrados para a *E. Coli* foram bem mais baixos, com 6,8% das amostras fora do padrão legal.

Aspecto mais relevante e preocupante refere-se à ocorrência de Cianobactérias, produtoras de cianotoxinas, nas águas da represa, uma vez que estas deverão ser utilizadas para consumo humano. As florações ou *blooms* foram detectadas em 2002, quando ganharam ampla repercussão na mídia local.

O elevado número de algas *Cylindrospermopsis raciborskii* na represa decorreu de seu acentuado processo de eutrofização, característico de ambientes lênticos, em processo de maturação (MAGNA ENGENHARIA, 2003a:13) e que teve como principal causa o não prévio desmatamento da área inundada, embora a Lei Federal 3.824, de 23/11/1960 tivesse tornado obrigatória “a destoca e conseqüente limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas ou lagos artificiais”.

A retenção da velocidade da água pela barragem e a presença de matéria orgânica, que em seu processo de decomposição fornece nutrientes, como nitrogênio e fósforo, tornaram-se fatores facilitadores do adensamento das algas.

No relatório de visita técnica à barragem (DEC.T.054.94), realizada em 30/09/1994 (portanto, anterior à inauguração), os engenheiros de Furnas Centrais Elétricas alertavam que não havia previsão de remoção da vegetação existente junto à calha natural do rio, ao mesmo tempo em que recomendavam sua prévia retirada.

Como explicado por Brandão & Azevedo (2001:32) e Carvalho (2006:09), as cianotoxinas encontram-se predominantemente no interior das células viáveis (sadias) das cianobactérias tóxicas (toxinas intracelulares ou endotoxinas). Sob condições normais, apenas uma pequena proporção dessas toxinas é liberada das células viáveis para a água (toxinas extracelulares). Contudo, quando ocorre a lise da célula (rompimento da parede celular), seja de forma natural ou pela ação de ruptura das células, exercida por agentes químicos, como o sulfato de cobre (algicida) e oxidantes, a toxina intracelular é liberada para a água, o que pode causar vários problemas, que variam desde conferir gosto e odor desagradáveis até a produção de toxinas (hepatotoxinas, neurotoxinas e dermatotoxinas), muito prejudiciais à saúde humana.

Como se previa a utilização das águas da represa para o abastecimento humano, essa questão passou a ser estratégica e fundamental. Em 04 de abril de 2002, a COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) realizou a primeira análise da qualidade da água bruta da represa, quando foram tomadas 10 amostras, recolhidas em dois pontos diferentes da represa: ponto 1, situado 100m à montante da torre de tomada d'água (**Figura 22, p.96**) e ponto 2, próximo à foz do Ribeirão Lambari. Nos dois pontos, as amostras foram coletadas em 5 diferentes profundidades (superfície; 1m; 5m; 10m e no fundo, entre 19m e 20m). Nessa oportunidade, registrou-se o elevado número de 195.594,86 organismos/ml de *Cylindrospermopsis raciborskii* próximo à superfície, valores decrescentes com a profundidade (MAGNA ENGEHARIA, 2003a:212), como apresentado na **tabela 11**.

**Tabela 11 – Contagem de *Cylindrospermopsis raciborski* na Represa de Chapéu D'Uvas, em 04 de abril de 2002**

Amostras	Superfície	1m	5m	10m	Fundo
Ponto 1	150.787,78	195.112,54	63.922,83	20.662,38	420,67
Ponto 2	Sem informação	195.594,86	106.133,44	21.112,64	59,33

Fonte: Magna Engenharia (2003a:206/216); Unidade: organismos/ml

Em sua dissertação de mestrado, Soares (2003) constatou que a Represa de Chapéu D'Uvas caracterizava-se pelas altas biomassas durante todo o ano. As cianobactérias formavam “o grupo dominante tanto na estiagem (95%), quanto nas chuvas (55%). Durante a estiagem, 94% da biomassa total foram formadas por *Cylindrospermopsis raciborskii*, enquanto nas chuvas sua contribuição caiu para 54% (...)” (SOARES, 2003:59).

Em março de 2003, outra campanha foi realizada pela CESAMA, sendo verificado o valor de 72.800,00 cel./ml de *Cylindrospermopsis raciborskii*, número menor que o da pesquisa anterior, mas muito superior às 20.000 cel./ml previstas como valor máximo admitido para as águas da classe 1, pela Resolução CONAMA 357/2005 (artigo 14), resultado que ganhou maior relevo dada à constatação de sua elevada toxicidade (JARDIM et al., 2003:05; MAGNA ENGENHARIA, 2003a:12).

É importante destacar, com relação à utilização das águas com presença de cianobactérias, que a Portaria Nº 518/GM, de 25 de março de 2004, que “estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”, recomenda que o monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer freqüência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml, e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor (artigo 19, § 1º), prevendo ainda, que sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml, durante o monitoramento, será exigida a análise semanal de cianotoxinas da água, na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis (...)” (artigo 18, § 5º).

A partir dessa situação, constatada em 2002/2003, como ação mitigadora de controle, a CESAMA passou a efetuar contínuas descargas de fundo, com a finalidade de liberar a matéria orgânica presente no fundo da represa, medida que produziu melhoria na qualidade das águas e tornou o ambiente menos favorável à ocorrência de cianobactérias.

Desde janeiro de 2005, a CESAMA passou a realizar mensalmente o monitoramento de cianobactérias nas águas da represa, observando-se contínua diminuição no número de *Cylindrospermopsis*, como pode ser observado pelos dados da **tabela 12**.

**Tabela 12 – Contagem de *Cylindrospermopsis* na Represa de Chapéu D’Uvas (células/ml), 2005/2010**

Meses	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Janeiro	642	1.703	1.022	503	3.094	728
Fevereiro	515	4.160	1.794	2.301	1.820	735
Março	450	2.379	2.587	2.678	962	486
Abril	848	670	1.404	1.846	676	546
Mai	721	650	236	878	962	185,16
Junho	98	1.430	177	177	294	5.098,3
Julho	129	1.638	137	360	390	1.355,75
Agosto	136	2.886	355	897	459	4.790,01
Setembro	919	1.976	335	1.482	592	2.881,49
Outubro	893	1.586	988	2.782	944	3.764,31
Novembro	1.100	2.730	5.070	2.743	1.404	13.621,60
Dezembro	2.171	2.470	2.652	3.523	944	2.656,96

Fonte: Departamento de Gestão da Qualidade/CESAMA

As medidas para controle de cianobactérias em mananciais de abastecimento são de caráter preventivo e corretivo. As ações preventivas envolvem o manejo das fontes que controlam o aporte de nutrientes, seja o transporte por escoamento em áreas com agricultura fertilizada, ou por esgotos domésticos e/ou industriais, casos em que a solução implica no tratamento de efluentes e no ordenamento territorial da bacia contribuinte, disciplinando-se usos, ocupação e modelos de parcelamento.

As medidas corretivas envolvem: (1) manejo da captação da água bruta, tomando-a em pontos com menor ocorrência de cianobactérias; (2) uso de barreiras, similares às utilizadas para conter derramamentos de óleo; (3) remoção desses organismos no sistema de tratamento de água, que deverá ser diferente do modelo hoje adotado em Juiz de Fora. Nesse caso, o tratamento deve envolver coagulação, floculação, coagulação-floculação, sedimentação, flotação, filtração rápida, filtração lenta, desinfecção, oxidação e ozonização (BRANDÃO & AZEVEDO, 2001:34/35).

De toda forma é fundamental ter controle dos modelos de usos, ocupação e parcelamento do solo na BCRCD, para evitar a geração de nutrientes à represa, como aconteceu com a não destoca da área quando do seu enchimento. A Magna Engenharia (2003a:13) destacava, com vistas à utilização da represa como manancial de abastecimento, a urgência de uma série de medidas, como o controle das fontes de poluição à montante, a implantação de sistemas de tratamento de esgotos e a implantação de um plano diretor para a bacia.

### 3.8 – Áreas de preservação permanente (APP)

O Código Florestal Brasileiro, Lei Federal Nº 4.771, de 15/09/1965, criou as chamadas Áreas de Preservação Permanente (APP), com a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem-estar das populações humanas (texto incluído pelo artigo 1º, § 2º, II, da Medida Provisória Nº 2.166-67, de 24/08/2001). A partir daí, a idéia de tornar áreas com proteção mais restrita vigorou e hoje elas se acham regulamentadas em leis federais e estaduais.

As APP constituem-se hoje, no principal foco de um caloroso debate sobre a reformulação do Código Florestal Brasileiro. Muitos o consideram muito rígido e limitante às atividades agrícolas, especialmente por acreditarem ser muito extensa a área de proteção destinada às margens dos cursos d'água, às nascentes e aos locais de acentuada declividade. Considerando a proteção destinada às nascentes (com raio de 50m), a aplicação da lei implica em tornar APP, uma área de 7.850m<sup>2</sup> para cada uma delas, ou exemplificando a questão, se uma nascente estivesse localizada na marca do meio-campo, onde se iniciam as partidas de futebol, sua área de proteção equivaleria ao restante do gramado. Por isso, o discurso de que o atual código inviabiliza o uso agrícola das terras para os pequenos proprietários, embora quem mais se dedique às suas alterações sejam os grandes latifundiários.

Para identificar, quantificar e mapear (**Figura 23**) as APP presentes na BCRCO tomou-se como referência as legislações, em âmbito nacional (sobretudo o artigo 2º do Código Florestal, que teve sua redação alterada e/ou incluída pela Lei Nº 7.803/89) e estadual. Para identificação e mapeamento das APP de topos de morro, adotou-se a metodologia apresentada por Hott, Guimarães & Miranda (2004) e Nascimento et al. (2005).

A seguir são apresentadas as categorias de APP aplicáveis à bacia, com sua respectiva referência legal. Deve-se destacar aqui, que considerando as 5 principais categorias de APP legalmente instituídas, quase metade da bacia se enquadra hoje como área de preservação permanente (**Tabela 13**).

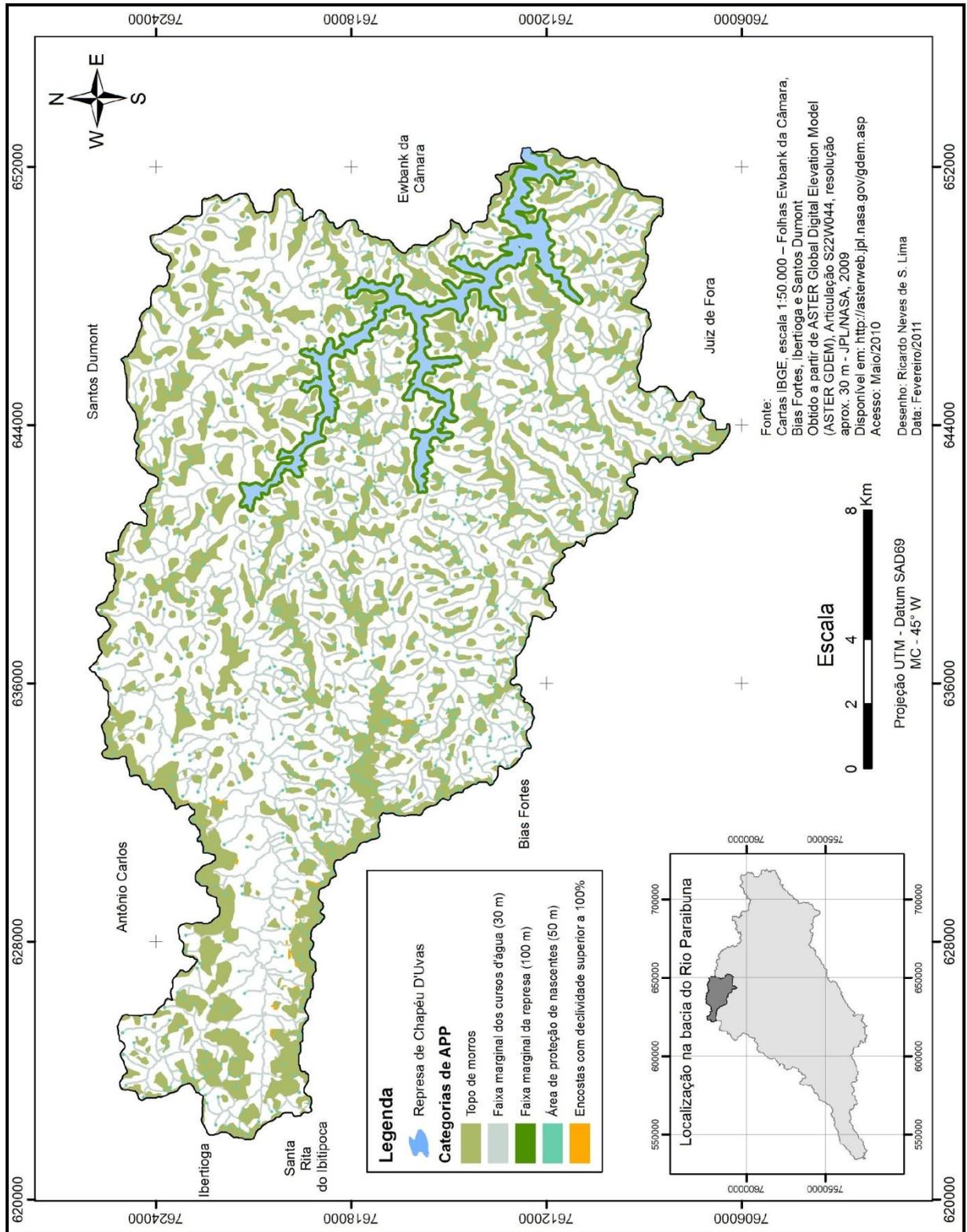


Figura 23 – Categorias de áreas de preservação permanente (APP) presentes na BCRCD

**Tabela 13 – Categorias de APP presentes na BCRCD**

Categorias de APP	Área (km <sup>2</sup> )	% das APP	% da bacia
Topo de morros	91,38	58,61	29,17
Faixa marginal dos cursos d'água (30m)	47,91	30,73	15,30
Faixa marginal da represa (100m)	8,70	5,58	2,78
Área de proteção das nascentes (50m de raio)	7,74	4,96	2,47
Encosta com declividade ≥ 100%	0,20	0,13	0,06
Total	155,92	100,0	49,78

### **Topo de morros e linhas de cumeada**

Considera-se de preservação permanente, a área, revestida ou não com cobertura vegetal, situada nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, ou seja, em seu terço superior, em relação à base, nos seus montes, morros ou montanhas, fração essa que pode ser alterada para maior, a critério técnico do órgão competente, quando as condições ambientais assim o exigirem (Lei Estadual N° 14.309, de 19/06/2002, artigo 10; incisos V e VII; Decreto Estadual N° 43.710, de 08/01/2004, artigo 10, incisos V e VII; Resolução CONAMA 303, de 20/03/2002, artigo 3º, incisos V e VI).

Em razão do relevo local, fortemente movimentado, esta categoria de APP se torna extremamente representativa, respondendo por quase 60% das áreas de preservação e ocupando cerca de 30% de toda bacia (**Tabela 13**).

### **Faixa marginal dos cursos d'água**

Considera-se de preservação permanente, a área, revestida ou não com cobertura vegetal, situada “ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto, em faixa marginal cuja largura mínima será de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura” (Lei Federal N° 7.803, de 18/07/1989, artigo 2º, letra a; Resolução CONAMA N° 303, de 20/03/2002, artigo 3º, inciso I; Lei Estadual N° 14.309, de 19/06/2002, artigo 10; inciso II; Decreto Estadual N° 43.710, de 08/01/2004, artigo 10; inciso I). Como a BCRCD se caracteriza por abrigar uma densa rede de drenagem, as APP dessa categoria são

localmente muito representativas, ocupando 15,30% da bacia e respondendo por mais de 30% de todas as áreas de preservação.

### **Faixa marginal da represa**

Esse é um caso especialmente importante para a BCRCO, por abrigar um grande reservatório artificial de água, localizado em área rural e que ainda não é utilizado para o abastecimento público. Em razão disso, as várias legislações que abordam o tema acabam criando muitas dúvidas em relação ao perfeito dimensionamento dessa categoria de APP.

A Lei Estadual Nº 14.309, de 19/06/2002, em seu artigo 10, inciso III, assim como o Decreto Estadual Nº 43.710/2004, que a regulamentou, considera de preservação permanente a área, revestida ou não com cobertura vegetal, situada ao redor de lagoa ou reservatório de água, natural ou artificial, desde o seu nível mais alto, medido horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima seja de: (a) 15m (quinze metros), para o reservatório de geração de energia elétrica com até 10ha (dez hectares); (b) 30m (trinta metros), para a lagoa ou reservatório situado em área urbana consolidada; (c) 30m (trinta metros), para corpo hídrico artificial, excetuados os tanques para atividade de aquicultura; (d) 50m (cinquenta metros), para reservatório natural de água situado em área rural, com área igual ou inferior a 20ha (vinte hectares); (e) 100m (cem metros), para reservatório natural de água situado em área rural, com área superior a 20ha (vinte hectares).

Tomando-se como referência as disposições desse artigo, a APP da Represa de Chapéu D'Uvas, "corpo hídrico artificial", teria 30m de largura. Contudo, esta mesma lei, no seu artigo 10, § 2º, prevê que "no caso de reservatório artificial resultante de barramento construído sobre drenagem natural, a área de preservação permanente corresponde à estabelecida nos termos das alíneas "d" e "e" do inciso III deste artigo, ressalvadas a abrangência e a delimitação de área de preservação permanente de represa hidrelétrica, que será definida no âmbito do licenciamento ambiental do empreendimento, com largura mínima de 30m (trinta metros)".

Assim, a Represa de Chapéu D'Uvas, que tem área de espelho d'água de 11,5km<sup>2</sup> (1.150 hectares) passaria a ter APP de 100m (letra "e"). Essa medida é consubstanciada pelo disposto no artigo 3º, da Resolução CONAMA Nº 302, de 20/03/2002, que institui como de preservação permanente "a área com largura

mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal, de trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais”.

A Lei Estadual Nº 18.023, de 09/01/2009, que “altera o artigo 10 da Lei Nº 14.309, de 19 de junho de 2002, que dispõe sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade no Estado”, ratifica, em seu artigo 1º, § 2º que, “no caso de reservatório artificial resultante de barramento construído sobre drenagem natural ou artificial, a área de preservação permanente corresponde à estabelecida nos termos das alíneas “d” e “e” do inciso III do *caput* deste artigo, exceto a área de preservação permanente de represa hidrelétrica (...)”.

Por esta razão, adotou-se o limite de 100m para a APP da faixa marginal da Represa de Chapéu D’Uvas, como disposto na Lei Estadual Nº 14.309/2002, no Decreto Estadual Nº 43.710/2004, na Resolução CONAMA Nº 302/2002 e na Lei Estadual Nº 18.023/2009.

### **Área de proteção das nascentes**

Considera-se de preservação permanente, a área, revestida ou não com cobertura vegetal, situada “ao redor de nascente ou olho d’água, ainda que intermitente, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros)” (Lei Estadual Nº 14.309, de 19/06/2002, artigo 10, inciso IV; Lei Federal Nº 7.803, de 18/07/1989, artigo 1º; Decreto Estadual Nº 43.710, de 08/01/2004, artigo 10, inciso IV; Resolução CONAMA Nº 303, de 20/03/2002, artigo 3º, inciso II). Esta modalidade de APP ocupa 2,47% da área total da bacia.

### **Encostas com declividade $\geq 100\%$ (45º)**

Considera-se de preservação permanente, a área, revestida ou não com cobertura vegetal, situada “em encosta ou parte dela, com declividade igual ou superior a cem por cento ou 45º (quarenta e cinco graus), na sua linha de maior declive” (Código Florestal, Lei Federal 4.771, de 15/09/1965, artigo 2º, letra “e”; Lei Estadual Nº 14.309, 19/06/2002, artigo 10, inciso VI; Decreto Estadual Nº 43.710, de 08/01/2004, artigo 10, inciso VI; Resolução CONAMA Nº 303, de 20/03/2002, artigo 3º, inciso VII). Apenas 0,06% da bacia enquadram-se nesta categoria.

## CAPÍTULO 4

### DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO, DE USO E COBERTURA DO SOLO

O diagnóstico socioeconômico, de uso e cobertura do solo está estruturado em duas partes. Inicialmente, são abordadas as principais características demográficas, econômicas e de saneamento básico dos municípios de Antônio Carlos, Ewbank da Câmara e Santos Dumont, formadores da bacia de contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas, sendo também apresentadas, para análises comparativas, as mesmas características do município de Juiz de Fora, pólo regional e beneficiário iminente das águas do manancial. O estudo demográfico contempla também uma estimativa da população que ocupa a bacia. Num segundo momento, são apresentadas, de forma mais detalhada, características específicas da BCRC, como as atividades econômicas, uso e cobertura do solo, os principais vetores de expansão e uma breve descrição das localidades existentes.

Torna-se oportuno, ratificar a situação geográfica da área de pesquisa. Enquanto a Barragem de Chapéu D'Uvas está localizada no município de Ewbank da Câmara, a represa abrange áreas dos municípios de Ewbank da Câmara (47,53%) e Santos Dumont (52,47%), e a bacia de contribuição, com área de 313,23 km<sup>2</sup>, ocupa 137,94km<sup>2</sup> do município de Santos Dumont, 110,47km<sup>2</sup> do município de Antônio Carlos e 64,82km<sup>2</sup> do município de Ewbank da Câmara, conforme apresentado na **figura 24**, que mostra também as localidades presentes na bacia.

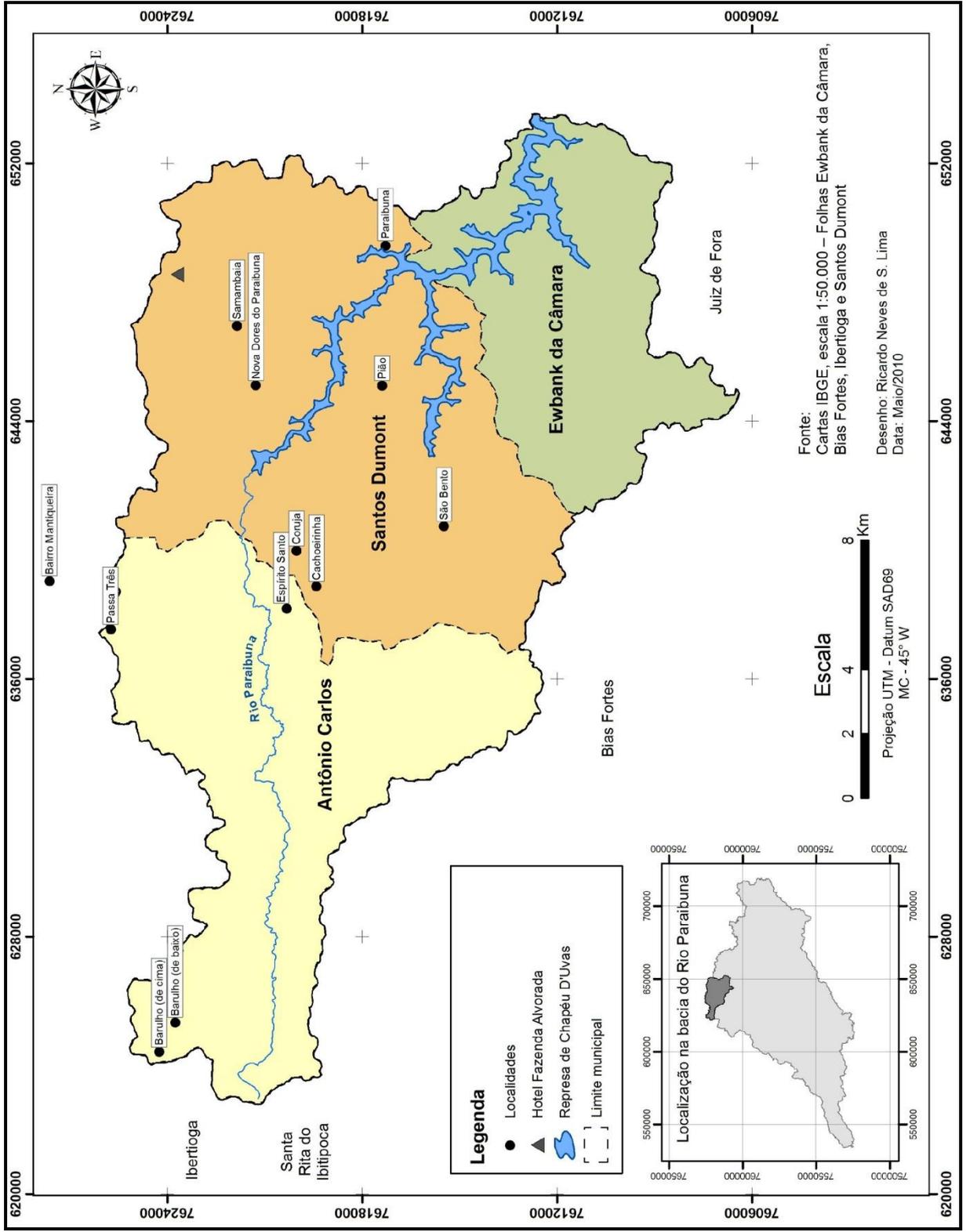


Figura 24 – Configuração político-administrativa da BCRCD

#### 4.1 – Demografia

Este breve estudo demográfico relativo aos municípios da BCRCD se faz necessário para melhor compreender a dinâmica socioeconômica que caracteriza a própria bacia, composta apenas por trechos rurais dos três municípios (exceção feita à vila de Dores do Paraibuna), uma vez que suas sedes urbanas (a cidade propriamente dita) se localizam fora da bacia (**Figura 6, p.46**). Além disso, a avaliação e entendimento da dinâmica demográfica regional permitem compreender sua relação com os tipos de usos do solo desenvolvidos e com as atividades que movimentam a economia regional.

A **tabela 14** apresenta dados demográficos do período de 1980 a 2010, que permitem entender as principais características demográficas desses municípios.

**Tabela 14 – Municípios da BCRCD: evolução da população residente**

Municípios	Censos demográficos				Crescimento 2000/2010 (%)
	1980	1991	2000	2010	
Juiz de Fora	307.534	385.996	456.796	517.872	13,37
Urbana	301.692	380.249	453.002	511.993	13,02
Rural	5.842	5.747	3.794	5.879	54,96
Santos Dumont	40.005	44.965	46.789	46.284	- 1,08
Urbana	32.391	38.087	40.402	41.320	2,27
Rural	7.614	6.878	6.387	4.964	- 22,28
Antônio Carlos	9.618	9.812	10.870	11.114	2,24
Urbana	3.273	3.473	5.931	7.826	31,95
Rural	6.345	6.339	4.939	3.288	- 33,42
Ewbank da Câmara	2.991	3.286	3.608	3.753	4,01
Urbana	1.777	2.259	3.168	3.459	9,18
Rural	1.214	1.027	440	294	- 33,18

Fontes: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> (acesso em março/2011); <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=cd&o=4&i=P&c=1518> (acesso em março/2011); [www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores](http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores) (acesso em setembro/2011)

É possível observar a grande concentração da população regional em Juiz de Fora, principal cidade da Zona da Mata, que ancora seu crescimento demográfico, em grande medida, no processo migratório realizado pelas populações dos dependentes municípios da região (MACHADO, 1997:121). De outro lado, Santos Dumont, Antônio Carlos e Ewbank da Câmara, sobretudo esses dois últimos, se caracterizam pela pequena população e pelas baixas taxas de crescimento.

O último intervalo censitário, 2000/2010, é muito elucidativo para compreensão do crescimento demográfico regional. Enquanto Juiz de Fora teve sua população aumentada em 13,37%, os demais municípios apresentaram índices muito menores (e até negativos, como Santos Dumont, com -1,08%), inferiores à taxa de crescimento do Estado de Minas Gerais (9,52%) e do país (12,68), em igual período. E mesmo esse pequeno crescimento tem que ser visto com certa cautela, pois embora contados como população local, praticam, em grande número, o tradicional movimento pendular diário, sobretudo para Juiz de Fora, em busca dos serviços básicos de saúde, educação e/ou trabalho.

Há clara tendência de concentração demográfica no meio urbano, em detrimento contínuo e acentuado da população rural, que vem apresentando crescimento negativo nos últimos censos. Esse fenômeno vem se intensificando até mesmo em Antônio Carlos, município que somente no Censo de 2000 viu sua população urbana ultrapassar quantitativamente o contingente rural.

De forma geral, a baixa infraestrutura técnico-produtiva, o reduzido acesso ao crédito, a baixa geração de renda dos pequenos produtores e a localização desfavorável das propriedades rurais (em região montanhosa, de difícil mecanização e com solos de pequena fertilidade), tem sido apontados como fatores responsáveis pelo intenso processo de debandada da população rural, em busca de melhores oportunidades nas cidades.

Nesse aspecto, é importante observar que mesmo Juiz de Fora tendo se tornado a sede de vários organismos oficiais de fomento à atividade agropecuária (EPAMIG, IEF, EMATER, EMBRAPA etc.), esses não alcançaram resultados capazes de renovar a agricultura ou de promover melhoria de qualidade do sistema pecuário regional. Não conseguiram atuar na renovação e revalorização da vida rural da região, cujo contínuo declínio econômico veio acompanhado de progressivo esvaziamento demográfico (PJF, 1996:04). Em 2004, por exemplo, a contribuição

dos municípios que formam a microrregião de Juiz de Fora, em relação ao PIB agropecuário da Zona da Mata, representou apenas 2,7% (ROCHA, 2008:51).

Esta é uma característica importante para estudar e entender a dinâmica demográfica da BCRC. Como a população rural vem diminuindo progressivamente nos três municípios formadores da bacia de contribuição e somente parcelas rurais desses municípios a compõem, é fácil entender seu baixo quantitativo demográfico, como foi possível constatar a partir dos dados oficiais do Censo 2010. Também foi possível observar que a reduzida população rural da bacia, apresenta duas características importantes quanto à sua distribuição: menor parcela acha-se dispersa em fazendas de criação de gado leiteiro e/ou de silvicultura (e/ou em suas cercanias) e outra parte se concentra em pequenas povoações, que funcionam como núcleos da população rural.

#### **4.1.1 – Estimativa da população da bacia**

Tomando como base os dados demográficos oficiais do Censo 2010 do IBGE, disponibilizados no site [www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores](http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores) (acessado em setembro/2011) e também a organização administrativa dos municípios que compõem a bacia, tornou-se possível estimar sua população total para o ano de 2010, em 1.732 habitantes. Para chegar a este número foram calculadas as populações da área da bacia pertencente a cada município. Dificuldade especial decorreu do fato de que os limites da bacia hidrográfica quase nunca coincidem com os limites dos setores censitários utilizados pelo IBGE.

Para estimar a população da parte da bacia que pertence ao município de Santos Dumont as dificuldades foram menores, uma vez que a área da bacia inclusa nesse município corresponde integralmente à área do Distrito de Dores do Paraibuna, o que torna os dados bastante fiéis. Nesse caso, houve ainda a possibilidade de maior detalhamento do *status* da população. A população urbana corresponde àquela que habita a vila de Nova Dores do Paraibuna, sede do distrito (607 habitantes, sendo 308 homens e 299 mulheres, e 290 domicílios, sendo 205 ocupados e 85 vagos ou de uso ocasional), enquanto a população rural se distribuía por outros dois setores: o setor que abrangia o Povoado de Cachoeirinha, cuja população, de *status* rural, somava 119 habitantes (66 homens e 53 mulheres,

distribuídos em 43 domicílios, sendo 35 ocupados e 8 vagos ou de uso ocasional); e o setor rural, que abrange o restante da área do distrito, incluindo as demais localidades (aglomerados rurais isolados), e que totalizou 481 habitantes (266 homens e 215 mulheres, distribuídos em 198 domicílios, sendo 145 ocupados e 53 vagos ou de uso ocasional).

A **tabela 15** apresenta dados relativos à evolução demográfica desse trecho da bacia, coincidente com a área do distrito de Dores do Paraibuna, sendo possível observar a estagnação do seu crescimento, com contínuo decréscimo da população rural, confirmando a tendência observada na maior parte da região.

**Tabela 15 – Evolução da população do distrito de Dores do Paraibuna**

Censos	População total	População urbana	População rural
1991	1.190	472	718
2000	1.208	601	607
2010	1.207	607	600

Fonte: [www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores](http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores) (acessado em setembro/2011)

Para estimar a população da parte da bacia pertencente ao município de Ewbank da Câmara adotou-se o seguinte procedimento. Foram tomados como referência, os dados do Censo 2010 do IBGE, relativos à população rural total do município, que foi abrangida por um único setor censitário. Foram recenseados 294 habitantes rurais (155 homens e 139 mulheres), enquanto o número de domicílios era de 167. Contudo, 88 domicílios (52,7%) estavam vagos ou tinham apenas uso ocasional, ou seja, a população recenseada ocupava apenas 79 domicílios (47,3%), apontando para a relação média de 3,72 habitantes/domicílio ocupado.

Com base no mapa do setor censitário/2010 (disponibilizado pela agência do IBGE/Juiz de Fora), nas imagens do Google Earth (datadas de 07/09/2009) e em levantamento de campo, foi possível estimar que a parte rural de Ewbank da Câmara contida na BCRCD, abrigava 72 domicílios, todos bastante esparsos, visto que a área é dominada por fazendas de criação de gado leiteiro e não apresenta aglomerados de população rural. Assim, foram aplicadas as mesmas relações observadas para a área rural do município como um todo, considerando-se então 52,7% dos domicílios vagos ou de uso ocasional (38 unidades) e 47,3% dos domicílios ocupados (34 unidades). A partir daí, aplicou-se a relação média de

moradores por domicílio (3,72) aos domicílios ocupados nesse trecho da bacia, o que indicou uma população de 126 habitantes.

Para estimar a população que ocupa a parte da bacia pertencente ao município de Antônio Carlos utilizou-se método similar, também tomando como base os dados oficiais do Censo 2010, disponíveis no endereço eletrônico [www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores](http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores), acessado em agosto/2011.

Essa parte da bacia foi abrangida, em 2010, por dois setores censitários rurais do IBGE. O Setor 12, quase totalmente incluso à área da bacia, registrou 259 habitantes e 132 domicílios, 72 ocupados (54,5%) e 60 vagos ou de uso ocasional (45,5%), com uma densidade demográfica média de 3,60 habitantes/domicílio ocupado. Com base no mapa do setor censitário/2010 (disponibilizado pela agência do IBGE/Juiz de Fora), nas imagens do Google Earth (de 07/09/2009) e em levantamentos de campo, constatou-se a existência de 113 domicílios desse setor incluídos na bacia. Aplicando-se as mesmas relações observadas no Setor 12, tem-se que 54,5% desses domicílios estavam ocupados (62 unidades). Como a média de pessoas por domicílio é de 3,60, tem-se que essa parte da bacia era ocupada por 223 habitantes à época do Censo.

O mesmo procedimento foi aplicado ao Setor 11, que contou 197 habitantes, distribuídos em 57 imóveis ocupados (65,5%) e 30 domicílios vagos ou de uso ocasional (34,5%), com uma média de 3,46 habitantes/domicílio ocupado. Desse total, 78 domicílios se acham incluídos na área da bacia, sendo 51 ocupados e 27 vagos. Aplicando-se a média de 3,46 habitantes/domicílio aos 51 ocupados, tem-se a população de 176 habitantes nesse trecho. A soma da população dos dois setores, 399, corresponde ao número de habitantes da parte da bacia pertencente ao município de Antônio Carlos, em 2010.

O somatório das populações assim estimadas permite quantificar em 1.732 habitantes a população que ocupa a BCRCD, como apresentado na **tabela 16**.

**Tabela 16 – População estimada para a BCRCD em 2010, por município**

Municípios	População urbana	População rural	População total
Antônio Carlos	---	399	399
Ewbank da Câmara	---	126	126
Santos Dumont	607	600	1.207
BCRCD (total)	607	1.125	1.732

O conhecimento do número de habitantes da bacia, sua dinâmica e, principalmente, sua localização e distribuição espacial, possibilita o planejamento mais adequado de ações que visem a atender as demandas básicas da população (infraestrutura, vias de acesso, educação, saúde, geração de renda etc.) e, sobretudo, direcionar as ações de saneamento, na medida em que permite conhecer e identificar, por exemplo, os principais pontos geradores de poluição por efluentes domésticos, que direta e/ou indiretamente terão acesso à represa, dado muito importante no caso do manancial de Chapéu D'Uvas, pois o aporte de efluentes domésticos, sem prévio tratamento, pode implicar no desenvolvimento de um ambiente favorável à proliferação de cianobactérias, cuja presença tende a causar transtornos à utilização de suas águas para o abastecimento humano.

A partir do conhecimento do número de habitantes da bacia torna-se possível estimar a produção diária de esgotos e a contribuição média diária de DBO, parâmetro fundamental para avaliar a poluição das águas por matéria orgânica.

Admitindo-se o coeficiente *per capita* de geração de esgotos de  $0,143\text{m}^3/\text{habitante}/\text{dia}$  (PJF, 1996:162) e uma população de 1.732 habitantes, tem-se que a geração de esgotos na bacia, que terão a represa como destino final, é de  $247,676\text{ m}^3/\text{dia}$  ou  $247.676\text{ l}/\text{dia}$  ( $2,87\text{ l}/\text{seg}$ ). Da mesma maneira, considerando-se a contribuição *per capita* de DBO de  $54\text{g}/\text{habitante}/\text{dia}$  (BRANCO & ROCHA, 1977:94; VON SPERLING, 1996:76), tem-se que a contribuição de DBO, para 1.732 habitantes é de  $93,528\text{kg}/\text{dia}$ . Obviamente, esses valores não estão distribuídos uniformemente pela bacia, mas concentrados em algumas áreas, sobretudo nos aglomerados rurais, afetando assim, mais alguns cursos d'água do que outros.

## 4.2 – Economia

A economia dos municípios que formam a BCRC D representa exemplificação bastante fiel do processo de estagnação econômica que caracteriza quase toda a Zona da Mata Mineira que, entre 1999 e 2008, por exemplo, apresentou o segundo pior crescimento do PIB de todo o Estado de Minas Gerais (UFJF/PJF, 2011:04).

Baseada no setor terciário (comércio, serviços e funcionalismo público), tipicamente urbano, esses municípios apresentam acanhada participação do setor agropecuário e mesmo industrial, que só é mais representativo em Santos Dumont.

O Fundo de Participação dos Municípios (FPM) representa parte substancial dos recursos públicos, o que cria uma situação delicada para as administrações municipais. Como este recurso é repassado de forma proporcional ao contingente demográfico, as prefeituras vêem seus incrementos econômicos constantemente reduzidos, na razão direta da estagnação do crescimento de suas populações.

Segundo dados do IBGE, disponíveis em [www.ibge.gov.br/cidades](http://www.ibge.gov.br/cidades) (acessado em março/2011), a participação do FPM nas Receitas Orçamentárias Correntes, em 2008, se manteve na relação inversa do quantitativo demográfico dos municípios, ou seja, quanto menor a população, maior a dependência da economia municipal em relação ao repasse do fundo. Enquanto o FPM representou, naquele ano, apenas 6,68% das receitas correntes de Juiz de Fora, representou 37,59% em Santos Dumont, 52,92% em Antônio Carlos e 65,55% em Ewbank da Câmara. Receitas com outros importantes tributos, ao contrário, têm percentuais pouco expressivos nestes municípios. O IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano), por exemplo, representou em 2008, 7,23% das receitas em Juiz de Fora, mas somente 2,08% em Santos Dumont, 1,10% em Antônio Carlos e apenas 0,12% em Ewbank da Câmara.

Essa situação implica em escassez constante de recursos e empobrecimento geral da população, como pode ser observado na **tabela 17**.

**Tabela 17 - Produto interno bruto (PIB) dos municípios da BCRCD (2008)**

Municípios	PIB per capita (em R\$)	Ordem de contribuição
Juiz de Fora	13.715,11	Serviços/indústria/agropecuária
Santos Dumont	9.946,49	Serviços/indústria/agropecuária
Antônio Carlos	7.453,24	Serviços/indústria/agropecuária
Ewbank da Câmara	4.903,10	Serviços/agropecuária/indústria

Fonte: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> (acesso em abril/2011)

Contudo, os dados do PIB *per capita*, por si só, não permitem avaliar a situação de desenvolvimento de um município e sua população, pois seus valores encobrem a real distribuição da renda entre os cidadãos. Indicador mais abrangente foi utilizado em 2008, pelo Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado de Minas Gerais (SCOLFORO, OLIVEIRA & CARVALHO, 2008), que caracterizou os municípios do Estado segundo o Índice de Potencialidade Social (IPS), um indicador mais amplo, que combinou os componentes produtivo (infraestrutura de transporte, atividades econômicas), natural (utilização das terras, estrutura fundiária, recursos

minerais), humano (ocupação econômica, demografia, condições sociais) e institucional (capacidade institucional, organizações jurídicas, financeiras, de fiscalização e controle, de ensino e pesquisa, de segurança pública).

A partir do cruzamento desses componentes, os municípios mineiros foram agrupados em cinco categorias relativas às condições de desenvolvimento e potencialidade social: Muito Favoráveis (A), Favoráveis (B), Pouco Favoráveis (C), Precárias (D) e Muito Precárias (E) (PEREIRA, 2008:169).

Segundo esse estudo, 73% dos municípios da Zona da Mata apresentam condições pouco favoráveis a muito precárias de potencialidade social. Essa situação traduz a capacidade muito limitada que possuem de oferecer resposta aos investimentos realizados em áreas estratégicas ou em setores específicos, necessitando serem estimulados por políticas públicas e sociais e por investimentos fortes, em setores básicos de desenvolvimento local (PEREIRA, 2008:172).

Os IPS dos municípios da BCRCD são apresentados na **tabela 18**, sendo possível observar a situação pouco favorável ao desenvolvimento econômico dos municípios menores, que apresentam o componente institucional caracterizado pela capacidade extremamente limitada de oferecer retorno mínimo aos investimentos realizados em áreas estratégicas ou em setores específicos (PEREIRA, 2008:169).

**Tabela 18 – ÍPS dos municípios da BCRCD, segundo o ZEEMG/2008**

Municípios	Potencialidade social	Componentes			
		Produtivo	Natural	Humano	Institucional
Juiz de Fora	A	A	B	A	A
Santos Dumont	B	A	C	B	B
Antônio Carlos	C	B	C	C	E
Ewbank da Câmara	C	B	D	B	E

(A) Muito favoráveis; (B) Favoráveis; (C) Pouco favoráveis; (D) Precárias; (E) Muito precárias; Fonte: Pereira (2008:191/192/194)

Outra situação negativa é a pequena capacidade de articulação entre estes municípios. A expressão “tão próximos e tão distantes” parece apropriada para qualificar as relações entre Antônio Carlos, Ewbank da Câmara, Santos Dumont e Juiz de Fora. Embora próximos e/ou limítrofes, guardam grande desarticulação institucional, o que tem prejudicado o desenvolvimento de ações de caráter regional. O Comitê CBH Preto e Paraibuna é a única entidade que congrega os 4 municípios.

### 4.3 – Saneamento básico

Dados do Censo 2010 do IBGE (disponíveis em [www.ibge.gov.br/cidades](http://www.ibge.gov.br/cidades) - acesso em novembro/2011) revelam que o saneamento básico ainda constitui um problema para os municípios de Antônio Carlos, Santos Dumont e Ewbank da Câmara, como pode ser observado nas **tabelas 19, 20 e 21**. Situação que é ainda mais crítica nos trechos desses municípios localizados na bacia, por tratar-se de área rural, menos dotada de serviços básicos de saneamento.

**Tabela 19 – Sistema de abastecimento de água nos municípios da BCRCD**

Indicadores	Municípios da bacia		
	Antônio Carlos	Ewbank da Câmara	Santos Dumont
Domicílios particulares permanentes	3.465	1.085	14.682
Com abastecimento pela rede geral	2.569 (74,1%)	1.033 (95,2%)	12.892 (87,8%)
Poço ou nascente	877 (25,3%)	47 (4,3)	1.737 (11,8%)
Outra	19 (0,6%)	5 (0,5)	53 (0,4%)

Fonte: Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios – resultados do universo (disponível em [www.ibge.gov.br/cidades](http://www.ibge.gov.br/cidades) - acessado em novembro/2011)

**Tabela 20 – Sistema de esgoto nos municípios da BCRCD**

Indicadores	Municípios da bacia		
	Antônio Carlos	Ewbank da Câmara	Santos Dumont
Domicílios particulares permanentes	3.465	1.085	14.682
Rede de esgoto geral ou pluvial	2.154 (62,2%)	990 (91,2%)	10.202 (69,5%)
Fossa séptica	94 (2,7%)	11 (1,0%)	102 (0,7%)
Fossa rudimentar	485 (14,0%)	---	111 (0,8%)
Vala	77 (2,2%)	5 (0,5%)	63 (0,4%)
Rio, lagos etc.	613 (17,7%)	77 (7,1%)	3.981 (27,1%)
Outros	27 (0,8%)	2 (0,2%)	196 (1,3%)
Sem banheiro ou sanitário	15 (0,4%)	---	27 (0,2%)

Fonte: Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios – resultados do universo (disponível em [www.ibge.gov.br/cidades](http://www.ibge.gov.br/cidades) - acessado em novembro/2011)

**Tabela 21 – Destinação dos resíduos sólidos nos municípios da BCRC**

Indicadores	Municípios da bacia		
	Antônio Carlos	Ewbank da Câmara	Santos Dumont
Domicílios particulares permanentes	3.465	1.085	14.682
Lixo coletado	2.723 (78,6%)	1.033 (95,2%)	13.854 (94,3%)
Queimado na propriedade	678 (19,6%)	43 (3,9%)	732 (5,0%)
Enterrado	19 (0,5%)	3 (0,3%)	25 (0,2%)
Terreno baldio	9 (0,3%)	3 (0,3%)	27 (0,2%)
Rio, lago	1	---	23 (0,2%)
Outros destinos	35 (1,0%)	3 (0,3%)	21 (0,1%)

Fonte: Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios – resultados do universo (disponível em [www.ibge.gov.br/cidades](http://www.ibge.gov.br/cidades) - acessado em novembro/2011)

Embora os serviços de abastecimento de água apresentem índices elevados de atendimento nos 3 municípios, ainda é grande o percentual de domicílios que se abastecem com água de poço ou nascente, sem nenhum processo de prévia potabilização, sobretudo no município de Antônio Carlos (**Tabela 19**), onde este tipo de abastecimento responde por mais de 1/4 do atendimento à população.

A rede de esgoto atinge mais de 90% dos domicílios permanentes em Ewbank da Câmara, mas pouco mais de 60% em Santos Dumont e Antônio Carlos (**Tabela 20**). Nos 3 municípios ainda é elevado o percentual de domicílios que têm sua rede de esgotos ligada diretamente a um curso d'água. No entanto, mais importante é o fato de que todo o esgoto produzido nesses municípios, inclusive na área da bacia, tem acesso a um rio ou córrego, direta ou indiretamente, pois não existe nenhum tipo de tratamento prévio, e sendo assim, as atuais redes de esgotos têm até importante impacto social, mas quase nenhum efeito ambiental.

Com o sistema de lixo acontece algo similar (**Tabela 21**). Embora o índice de coleta atinja bons níveis, sua destinação final ainda é problemática, representada por aterros precários. A compostagem poderia se tornar uma solução eficiente, especialmente nas áreas rurais, onde ainda é comum a prática de queimar o lixo. Esse índice, em Antônio Carlos, representa quase 20% da destinação final adotada.

Tais situações são ainda mais problemáticas nas áreas rurais, como no caso da maior parte das localidades presentes na BCRC, onde o sistema público de abastecimento de água só atende às comunidades de Novas Dores do Paraibuna e Cachoeirinha, pertencentes ao município de Santos Dumont, mas sem que haja prévio tratamento. Todo o esgoto produzido na bacia é lançado em cursos d'água que alimentam a represa e não há destinação adequada dos resíduos sólidos.

#### 4.4 – Usos e cobertura do solo

A avaliação dos usos e cobertura do solo se reveste de grande significado e se torna fundamental para completar o diagnóstico ambiental da bacia, formando a base de dados e informações necessária à futura proposição de um modelo de ordenamento territorial e, em última instância, de gestão da bacia.

O estudo está dividido em duas partes. Primeiro são apresentados os principais tipos de cobertura do solo (florestas, pastos, silvicultura e solo exposto). Depois é feita a avaliação das atuais modalidades de usos do solo, agrupadas em 4 categorias, de modo a abranger as principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia (lazer, turismo, atividades agropecuárias e ocupação humana).

O mapa de usos e cobertura do solo da bacia (**Figura 25, p120**) foi elaborado a partir das Cartas IBGE, escala 1:50.000, Folhas Ewbank da Câmara, Bias Fortes, Ibertioga e Santos Dumont e de imagens RapidEye, com passagem a 27/04/2010, cenas 2329120, 2329121, 2329220 e 2329221, resolução espacial de 5 metros e resolução espectral 5 bandas. Foi utilizada classificação automática supervisionada pelo método Máxima Verossimilhança Gaussiana (MAXVER), no software ENVI 4.7, com definição de áreas de treinamento (polígonos) para cada tipo de cobertura do solo, com objetivo de permitir ao software a separação automática das classes, com base em seus atributos espectrais. Em seguida, as áreas de silvicultura e agricultura que não foram bem classificadas pelo método automático, foram vetorizadas 'manualmente' no software ArcGIS 9.3, utilizando interpretação visual das imagens RapidEye, como descrito por Felix, Kazmierczak & Espíndola (2009), apoio de campo e de imagens Google Earth, com data próxima ao das imagens RapidEye.

Além da consulta às escassas fontes bibliográficas específicas, do uso das imagens de satélite (Google Earth e RapidEye), de instrumental de apoio (GPS, mapas etc.) e do importante suporte de órgãos e pessoas, foram imprescindíveis os trabalhos de campo, que proporcionaram maior envolvimento e aproximação com a realidade local. Sentir, ver e ouvir as pessoas e não somente ler letras e números. Momento, segundo Orea (2008:162), para conhecer a população, como ela percebe a situação, os problemas e as oportunidades, sua disposição para mudanças e sua capacidade para colocá-las em prática.

#### 4.4.1 – Cobertura do solo

O estudo da cobertura vegetal (distribuição, tipologia, densidade etc.) tem especial significado para a BCRCO, uma vez que ela encerra um manancial que em breve se destinará ao abastecimento humano. Sua presença se relaciona especialmente, à proteção dos solos e, por conseqüência, aos processos de infiltração, evaporação, escoamento superficial, erosão e transporte de sedimentos, todos eles diretamente relacionados à qualidade e quantidade de água armazenada.

A cobertura vegetal que caracteriza a BCRCO é, em sua maior parte, muito similar àquela que predomina na Zona da Mata Mineira e cuja formação original apresentava fisionomia típica da Floresta Tropical Semidecidual (ou Semicaducifolia), própria das áreas onde domina o clima tropical, marcado pela ocorrência de duas estações bem definidas e diferenciadas, que obriga as espécies a adaptarem-se à alternância de um período chuvoso e outro de carência hídrica, coexistindo espécies perenes e caducifolias.

Nos últimos 100 anos, a Zona da Mata passou por ciclos de desmatamentos contínuos, pois todas as atividades econômicas desenvolvidas (fundamentalmente, primárias e monocultoras) demandaram grandes áreas e solo “limpo” disponível, algo só conseguido à custa da supressão da vegetação nativa. Assim se deu com a cultura cafeeira em quase toda a Zona da Mata e após seu declínio, também com o gado (primeiro de corte e depois leiteiro), que demandou enormes áreas para pastagens e que conferiu à região a paisagem ainda dominante, os pastos. Por mais paradoxal possa parecer, uma das principais características atuais da Zona da Mata é a ausência de matas. Como já observava Valverde (1958:06) "a floresta não serve mais nem para distinguir a Zona da Mata de qualquer das regiões vizinhas".

As classes de cobertura do solo consideradas no estudo da BCRCO são apresentadas na **tabela 22** e se distribuem conforme apresentado na **figura 25**.

**Tabela 22 – Classes de cobertura do solo presentes na BCRCO**

Classes de cobertura vegetal	Área (Km <sup>2</sup> )	% da bacia
Pastos	202,42	64,63
Floresta	89,05	28,43
Silvicultura	9,99	3,19
Solo exposto	4,32	1,38

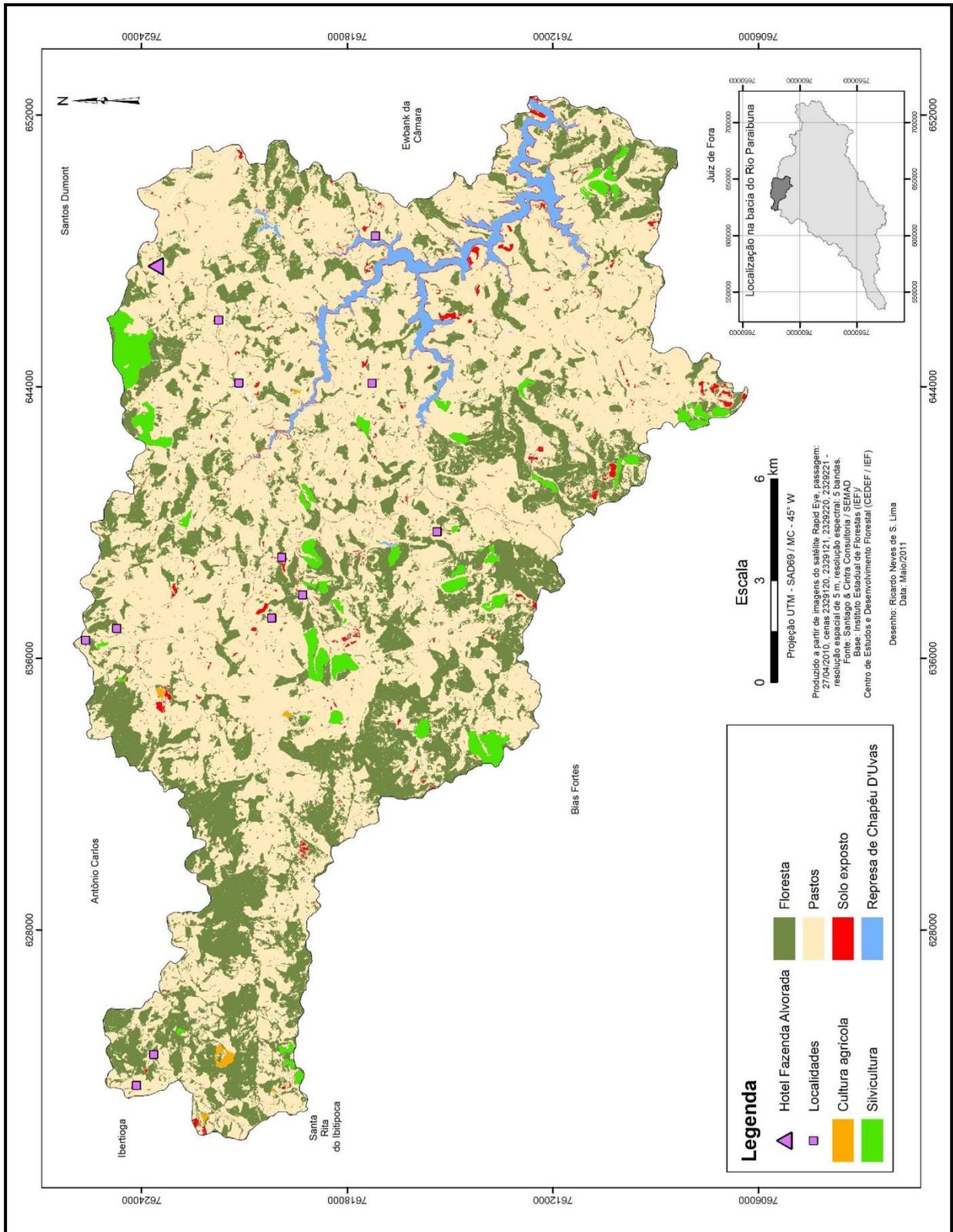


Figura 25 – Principais categorias de uso e cobertura do solo na BCRCD

#### 4.4.1.1 – Pastos

Não se trata exatamente de pastagens, sendo mais conveniente a designação de pastos, áreas de vegetação rala, baixa e pobre, que são utilizadas para o gado da pecuária leiteira, atividade econômica dominante no meio rural, e/ou noutros casos, estão sem uso ou sendo subutilizadas, sempre submetidas às inevitáveis queimadas na estação seca do ano.

A presença dominante dos pastos é uma característica de todo meio rural regional, fruto da substituição da mata original, primeiro pela cafeicultura, operada com técnicas agrícolas inadequadas e administrada sob a trindade econômica brasileira, que perdurou até a era industrial: monocultura, latifúndio e trabalho escravo (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:267). Com a decadência do café, a pecuária, sobretudo leiteira, passou a ocupar as terras, “substituindo definitivamente a vegetação originariamente arbóreo-arbustiva da floresta pela graminóide” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:267), o que fez com que a tonalidade amarelada se tornasse predominante, ocupando 65,39% da Zona da Mata (ROCHA, 2008:34).

Também na BCRC, os pastos empobrecidos (**Figura 26**) ocupam a maior parte da área (64,63%), em alguns pontos avançando sobre as áreas de matas e noutros, pelo desuso, cedendo lugar à sua regeneração, sob a forma de capoeiras.

O avanço das formações secundárias sobre as áreas de pastos pode ser destacado como fator favorável à recuperação ambiental da bacia. Este avanço ocorre porque trechos consideráveis de pastagens estão abandonados, deflagrando um processo natural de sucessão ecológica, com crescimento da vegetação arbórea. Contudo, como destacado no trabalho da EPE/Sondotécnica (2007:266), esse aspecto pode estar mascarando uma característica contrária à da recuperação ambiental. O abandono é resultado de uma baixa capacidade produtiva do solo, que não chega ao mínimo necessário para manter economicamente qualquer cultura, ainda que seja empregada pela pecuária extensiva.



**Figura 26 – Cobertura de pastos, dominante na bacia, que em terras da Fazenda do Engenho, avançam até a margem da Represa de Chapéu D’Uvas (Foto: Munick D. F. Barbosa, 08/04/2011)**

#### **4.4.1.2 – Florestas**

Esta classe, que ocupa 28,43% da área da BCRC D, refere-se à fisionomia da vegetação e não ao tipo. Inclui os trechos dominados por árvores cujas copas se tocam, formando um conjunto contínuo de maior porte. Estão incluídas, além das espécies típicas da Floresta Estacional Semidecidual e da Floresta Ombrófila Mista, as capoeiras e capoeirões, vegetação secundária que corresponde a um estágio de regeneração da mata, sendo mais pobre em espécies vegetais e apresentando árvores de menor porte que a cobertura vegetal original.

A Floresta Estacional aparece, geralmente, recobrendo o topo dos morros (**Figura 27**) e, mais raramente, ocupam o terço inferior das elevações, chegando próximos aos cursos d’água. Apresentam-se como capões isolados, de tamanhos e formas variados e em estágios de sucessão diversos, caracterizando capoeiras e capoeirões. Fatores como a intensa fragmentação, o tamanho reduzido, a forma e a

circunvizinhança com pastos, além dos impactos das atividades antrópicas (retirada de lenha, madeira, pisoteio pelo gado e queimadas) tem contribuído para a descaracterização de sua estrutura e empobrecimento da composição florística (SERRA AZUL ENGENHARIA, 1997:13).

Apesar da forte pressão sofrida por estes remanescentes, eles ainda guardam parte da riqueza e diversidade das florestas exuberantes que revestiam a região. As principais espécies arbóreas são: *Machaerium angustifolium*, *Maclura tinctoria*, *Cariniana estrellensis*, *Cupania vernalis*, *Nectandra oppositifolia*, *Tabebuia serratifolia*, *Trichilia pallida*, *Trichilia claussoni*, *Tapirira marchandii*, *Copaifera langsdorffii*, *Aparisthimum cordatum*, *Anadenanthera peregrina*, *Piptadenia gonoacantha*, *Sorocea guilleminiana*, *Apuleia mollaris*, *Cassia ferruginea*, *Xylopia sericea*, *Cecropia hololeuca*, *Platypodium elegans*, *Carpotroche brasiliensis*, *Endlicheria paniculata*, *Lacistema pubescens*, *Amaioua guianensis*, *Coutarea hexandra*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Luehea* sp, *Matayba elaeaginoides*, *Lithraea molleoides* e *Melanoxylon braunia* (SERRA AZUL ENGENHARIA, 1995:16; 1997:13).

A mata ciliar cedeu lugar à implantação de culturas e pastagens ou foi parcialmente submersa quando do enchimento da represa, a partir de 1995, restando elementos isolados, onde se destacam ingazeiras (*Inga* cf. *uruguensis*), gameleiras (*Ficus* sp) e sangra d'água (*Croton urucurana*). Ao lado das inúmeras madeiras moles, bambus e cecrópias, o aspecto das matas ciliares é completado por euforbiáceas (SERRA AZUL ENGENHARIA, 1997:15).

No extremo noroeste da BCRCO, área das principais nascentes do Rio Paraibuna, em terras do município de Antônio Carlos, já na região do Campo das Vertentes, ocorre a Floresta Ombrófila Mista (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:259). Sua principal característica é a presença da Araucária, formação com predominância na Região Sul do país, mas que também ocorre como ilhas de vegetação nas áreas serranas da Mantiqueira. Embora inserida no domínio das Florestas Ombrófilas, as altitudes mais elevadas onde se localizam geram condições mais amenas de temperatura, em torno de 18° C, locais onde o déficit hídrico pode chegar a 4 meses. Essas condições permitem a ocorrência de espécies de grande valor comercial, como a própria araucária (*Araucária augustifolia*), os gêneros *Nectandra* e *Ocotea* (imbuia) e o pinheirinho (*Podocarpus lamberti*) (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:259).



**Figura 27 – Localização típica das matas na BCRCO, no topo dos morros, circundadas por pastos, no município de Antônio Carlos (Foto: Munick D. F. Barbosa, 02/042011)**

#### **4.4.1.3 – Silvicultura**

Esta classe de cobertura vegetal inclui as áreas com os chamados reflorestamentos, que na região tem franco avanço, devido aos programas de incentivo e fomento da iniciativa privada. A rentável silvicultura, quase exclusivamente de eucalipto, tem substituído largamente a pecuária leiteira de baixa produtividade na bacia, como de resto na Zona da Mata Mineira.

Atividade econômica que mais se expande na bacia e que se mostrava quase ausente nas antigas cartas do IBGE, das décadas de 1960/70, hoje ocupa quase mil hectares, 3,19% da área da bacia, consolidando uma nova e homogênea paisagem regional (**Figura 28**), que vem aos poucos substituindo outra paisagem igualmente monótona e homogênea representada pelos pastos.

Embora sejam muitos os riscos e inconvenientes das monoculturas, o aproveitamento de áreas degradadas ou de pastos de baixa produtividade para a

silvicultura é fato bastante auspicioso, especialmente para os produtores que vivem com poucos recursos, tornando-se uma verdadeira alternativa econômica, com geração de renda para aqueles que resistem num meio rural sem horizontes. No entanto, a substituição de matas para dar lugar à cultura do eucalipto deve ser motivo de vigilância, preocupação e fiscalização.

As imagens de satélite e as imagens disponíveis no Google Earth revelam que essa atividade não se restringe aos pastos ou áreas improdutivas, mas mostra expressivo avanço sobre as áreas cobertas por matas, em clareiras abertas no meio destas ou com desmate progressivo de suas bordas. Como foi possível constatar em campo, em muitos locais a expansão da silvicultura age promovendo o chamado “desmatamento sutil” (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007:267), ou seja, os cultivos de eucalipto avançam até a borda da mata e vão progressivamente substituindo-as.

A cultura do eucalipto avança em todo tipo de terreno: várzeas, meia encosta, topo de morro e mesmo próximo à represa. No geral, os cultivos se concentram nas áreas pertencentes ao município de Santos Dumont, em razão do programa de fomento desenvolvido pela Companhia Brasileira de Carvão de Cálcio (CBCC), sobretudo na divisa com o município de Bias Fortes.

Entre a trabalhosa atividade pecuária, de baixos rendimentos e os programas de fomento à silvicultura, tem prevalecido a opção pelos incentivos do setor privado. Destacam-se dois principais programas silviculturais. O programa “Fazendeiro Florestal”, desenvolvido pela CBCC, maior produtora de silício-magnésio do país, com sede em Santos Dumont, existe desde 1985. O programa se baseia no incentivo ao pequeno e médio produtor rural, com relação ao plantio do eucalipto, que será transformado em carvão vegetal para alimentar os fornos da companhia. A empresa garante assistência técnica, financiamentos, insumos e compra da produção ([www.silviminas.com.br](http://www.silviminas.com.br) – acessado em 11/março/2011).

O outro importante programa de fomento à silvicultura na região é o “Produtor Florestal”, iniciado em 2005 e desenvolvido pela Siderúrgica ArcelorMittal, que tem sua planta instalada em Juiz de Fora, e a empresa Bioenergia, pertencente ao mesmo grupo, que formam uma parceria com os produtores rurais para o plantio de eucalipto nas regiões Sul, Zona da Mata e Centro-Oeste de Minas Gerais. Dentre os atrativos oferecidos pela empresa estão a prestação de toda a assistência técnica ao produtor durante o cultivo e a garantia de compra da produção madeireira, que é destinada a alimentar os altos-fornos siderúrgicos como carvão vegetal.



**Figura 28 – Cultivo homogêneo de eucalipto, próximo à comunidade do Pião, município de Santos Dumont (Foto: Munick D. F. Barbosa, 02/04/2011)**

#### **4.4.1.4 – Solo exposto**

Nessa classe, que abrange 1,38% da bacia, estão incluídas todas as áreas que apresentam solo nu, sem cobertura vegetal e/ou com atuação de processos erosivos. Assim, abrange áreas com erosões resultantes do pisoteio intensivo do gado, de cortes próximos às estradas vicinais e povoações e os solos temporariamente expostos, à espera do plantio do eucalipto ou após seu corte.

Na BCRC, uma das áreas que mais sofrem com a atuação de processos erosivos está localizada às margens da represa, especialmente próximo à barragem (**Figura 29**). Esse local, especificamente, serviu como área de cortes e empréstimo de material, quando da realização das obras para sua construção. A Serra Azul Engenharia (1995:38) destinou boa parte de seu trabalho, a propor medidas mitigadoras para conter o processo erosivo nessa área, com base em técnicas de engenharia e de recomposição vegetal, uma vez que locais como esse parecem se

comportar como as chamadas “paisagens catastróficas, aquelas cuja recuperação, por via natural, é praticamente irreversível” (RODRIGUEZ, 2007:159).

Outras áreas, que estavam localizadas à meia encosta, antes da construção da barragem, estão hoje ao nível da lâmina d’água e nesses locais, em razão da acumulação das águas da represa, a zona de aeração cedeu lugar à zona saturada, provocando a instabilidade das margens, situação intensificada pela presença de solos pouco resistentes e encostas de altas declividades, compondo um processo de reajustamento, onde o sistema tenta se adaptar e atingir novo estado de equilíbrio (OLIVEIRA, 2012:58).



**Figura 29 – Grande área de solo exposto à margem da Represa de Chapéu D’Uvas, próxima à barragem (Foto: Pedro J. O. Machado, 16/06/2011)**

#### 4.4.2 – Usos do solo

Aqui são apresentadas e avaliadas as 4 principais categorias de uso do solo da bacia, que abrangem as principais atividades econômicas desenvolvidas (lazer, turismo, atividades agropecuárias e ocupação humana).

##### 4.4.2.1 – Lazer

As atividades ligadas ao lazer constituem hoje o único uso direto desenvolvido na Represa de Chapéu D’Uvas, com destaque para a utilização de embarcações de pequeno porte, natação (recreação de contato primário) e, sobretudo, a pesca amadora.

A pesca se desenvolve em vários locais ao longo da represa, mas concentra-se em alguns pontos, sobretudo onde há maior facilidade de acesso. No Ribeirão Lambari, com acesso a partir da localidade de Chapéu D’Uvas; no sopé do morro do abandonado cemitério da antiga comunidade de Dores do Paraibuna (**Figura 30**); no ancoradouro da balsa, que faz a travessia de pessoas e cargas em Ewbank da Câmara, lugar onde se reúnem muitos pescadores, ávidos pelas traíras, tucunarés e os incontáveis lambaris (**Figura 31**); e principalmente, na localidade de Paraibuna, no limite entre Ewbank da Câmara e Santos Dumont.

Este é o principal ponto de concentração de pescadores. É um aglomerado de construções simples e rústicas, algumas das quais utilizadas como residências temporárias e outras, que funcionam como comércio simples (bebidas e gêneros alimentícios), de modo a atender os muitos freqüentadores de finais de semana. A área onde se assentam as construções pertence à Fazenda Boa Vista, cujo proprietário cobra uma espécie de “pedágio” de acesso aos pescadores, embrião de uma futura atividade turística local. Em geral, falta infraestrutura adequada para esta atividade tipicamente masculina, e que se desenvolve, sobretudo, nos finais de semana e no verão.

Na represa é comum a presença de espécies exóticas. A própria CESAMA, como destacado num de seus folders, afirma ter introduzido 40 mil alevinos da espécie piapara, em parceria com a estação de piscicultura de Furnas Centrais Elétricas, com o objetivo de incentivar a pesca esportiva, de vara e anzol.



**Figura 30 – Local de recreação e pesca, no sopé do morro do cemitério da antiga vila de Dores do Paraibuna (Foto: Pedro J. O. Machado, 27/03/2011)**



**Figura 31 – Tradicional ponto de pesca, no ancoradouro da balsa, em Ewbank da Câmara (Foto: Pedro J. O. Machado, 08/04/2011)**

#### 4.4.2.2 – Turismo

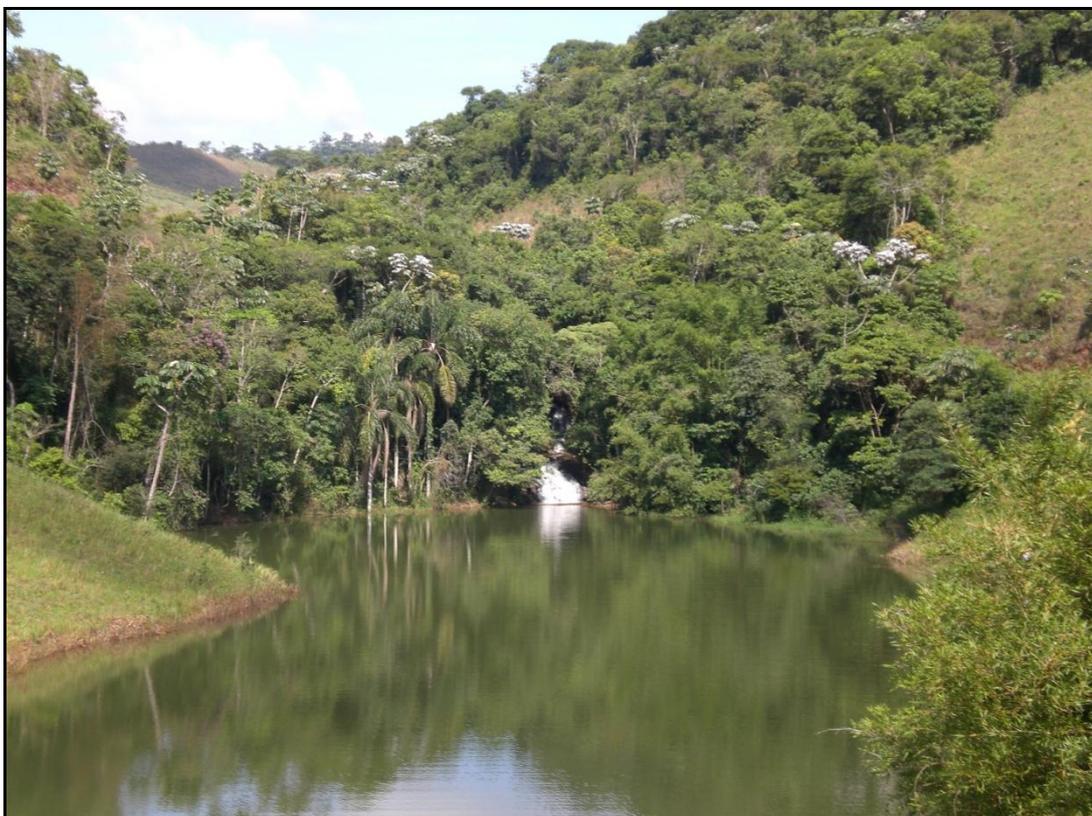
A única atividade econômica, não exclusivamente rural, desenvolvida na bacia é o turismo, hoje representado somente pelo Hotel Fazenda Alvorada (**Figura 32**), localizado no município de Santos Dumont, com acesso pela estrada que liga este município à cidade de Bias Fortes.

O mais importante aqui é analisar e avaliar a futura expansão desse tipo de atividade noutros pontos da bacia. A construção da represa criou um conjunto de circunstâncias muito favoráveis ao desenvolvimento da atividade turística, embora ainda inerte, apesar dos vários atrativos naturais na região, como matas, trilhas, locais para campismo, cachoeiras (**Figura 33**), a própria represa e o bucolismo local. Essa situação decorre da difícil acessibilidade (estradas em precário estado de conservação) e da pequena divulgação, formando um ciclo de isolamento muito ativo. Por sua vez, o desconhecimento dos atrativos da bacia (inclusive da represa), até mesmo pelos moradores dos municípios da bacia de contribuição, implica, de um lado, num certo ostracismo da região, mas de outro, na manutenção de um bom estado de conservação ambiental.

Contudo, esta é uma situação que certamente será revertida, pois o turismo, em maior ou menor escala, tende a se consolidar como atividade econômica importante na bacia, e necessita, por isso, de prévio disciplinamento. Não se trata de tentar impedir esta atividade, que certamente poderá oxigenar a precária economia atual da bacia, mas sim, de estabelecer certas normas básicas de funcionamento (infraestrutura mínima, abertura de vias, tratamento de efluentes, utilização de embarcações, futura localização dos empreendimentos, tamanho, quantidade de hóspedes etc.), de modo a minimizar os conflitos numa área destinada a funcionar como manancial de abastecimento humano.



**Figura 32 – Vista do Hotel Fazenda Alvorada, em Santos Dumont  
(Foto: Pedro J. O. Machado, 30/03/2012)**



**Figura 33 – Cachoeira do Ribeirão Lambari, formador da Represa de Chapéu D'Uvas, em Ewbank da Câmara (Foto: Munick D. F. Barbosa, 08/04/2011)**

#### 4.4.2.3 – Atividades agropecuárias

A bacia, que tem a maior parte de suas terras ocupada por pastos, ainda tem na pecuária, especialmente leiteira, sua principal atividade econômica. Os dados referentes às modalidades de uso do solo desenvolvidos na bacia são bastante conclusivos. Enquanto as pastagens ocupam 64,63%, as culturas agrícolas, sobretudo de feijão, mandioca e milho (**Figura 34**), ocupam apenas 0,13%, pouco mais de 41 hectares, sendo pouco expressivas do ponto de vista econômico.



**Figura 34 – Cultivo de milho, próximo à localidade de Samambaia, município de Santos Dumont (Foto: Pedro J. O. Machado, 30/03/2012)**

Nos três municípios domina o gado bovino, tanto em número de cabeças quanto em número de estabelecimentos dedicados à sua criação, o que pode ser observado nas **tabelas 23 e 24**, que apresentam informações referentes ao Censo Agropecuário 2006 e dados relativos aos rebanhos no ano de 2009.

**Tabela 23 – Dados dos estabelecimentos agropecuários (2006)**

Municípios	Nº de estabelecimentos agropecuários	Área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários (hectares)	Área média dos estabelecimentos agropecuários (hectares)	Nº de estabelecimentos com criação de bovinos
Santos Dumont	642	23.577	36,7	559
Antônio Carlos	330	17.468	52,9	251
Ewbank da Câmara	24	2.528	105,3	22

Fonte: Censo Agropecuário 2006 - <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> (acessado em março/2011)

**Tabela 24 – Dados da atividade pecuária (n.º de cabeças/2009)**

Municípios	Bovino	Eqüino	Bubalino	Asinino	Muares	Suíno	Caprino
Santos Dumont	25.354	1.022	---	56	322	3.522	204
Antônio Carlos	17.406	519	10	---	685	1.354	143
Ewbank da Câmara	5.842	282	53	---	66	463	---

Fonte: Pecuária 2009 - <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> (acessado em março/2011)

Predominam na bacia as pequenas e médias propriedades rurais que se dedicam, em sua grande maioria, à criação de gado para produção leiteira. São, contudo, como de resto na Zona da Mata, fazendas dedicadas a uma atividade econômica marcada pelos baixíssimos índices de produtividade, que gera baixos rendimentos e que ajuda a nutrir o ciclo migratório em direção às melhores oportunidades do meio urbano. A **tabela 25** apresenta os dados da produção leiteira de 2009, referentes aos municípios que formam a bacia.

**Tabela 25 – Produção leiteira (2009)**

Municípios	Vacas ordenhadas	Produção leiteira (em mil litros)	Média por vaca/dia
Santos Dumont	8.452	13.260	4,3
Antônio Carlos	6.514	11.176	4,7
Ewbank da Câmara	1.846	2.328	3,5

Fonte: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> (acesso em março/2011)

Observando-se os dados da **tabela 25**, não fica difícil compreender o desestímulo que se abate sobre os pequenos produtores e os escassos trabalhadores dessas esparsas fazendas. Os primeiros (como nos foi relatado nas várias pesquisas de campo) reclamam do baixo preço pago pelo litro de leite (R\$0,60, em março de 2011), o longo prazo para receber estes valores, a dificuldade de encontrar mão-de-obra, os elevados encargos trabalhistas, o difícil acesso ao crédito e a dificuldade para escoar a produção. Aos empregados, sobram queixas dos baixos salários, do trabalho pesado e da falta de infraestrutura elementar no meio rural (acesso à educação, saúde etc.), num ciclo que acaba desestimulando os produtores, ao mesmo tempo em que expurga o trabalhador rural para as cidades. Não por acaso, os dados do último censo demográfico do IBGE/2010 tenham apontado um elevado número de construções vagas ou de uso ocasional nos setores censitários que compõem a bacia.

#### **4.4.2.4 – Ocupação humana**

A ocupação humana na bacia pode ser resumida a três modalidades: ocupação rural esparsa, ocupação ocasional e os aglomerados rurais isolados.

A ocupação rural é típica na BCRCD. São moradias esparsas, isoladas umas das outras e quase sempre correspondendo às sedes das fazendas (e sítios), com construções destinadas a abrigar a população trabalhadora no seu entorno imediato.

A principal característica é a baixa densidade de ocupação, sobretudo nas últimas décadas, quando vêm se registrando elevados índices de migração para as cidades. É interessante observar, como foi possível constatar em campo, que esse processo migratório ocorre em saltos, ou seja, a população se desloca das áreas rurais para as pequenas localidades (aglomerados rurais) da própria bacia; daí, para as sedes municipais imediatas (Antônio Carlos, Ewbank da Câmara ou Santos Dumont) e depois, em direção a Juiz de Fora, principal pólo de atração regional.

A ocupação ocasional corresponde ao tipo *week end*, com construções utilizadas para o lazer de final de semana. Podem ser diferenciadas duas modalidades. Em vários pontos, ao longo das margens da represa, existem casas com padrão construtivo diferenciado, melhor que a média que caracteriza as demais construções da bacia, utilizadas apenas nos finais de semana (**Figura 35**).

Outra modalidade é exemplificada pela localidade de Paraibuna, na divisa entre Ewbank da Câmara e Santos Dumont, onde se desenvolveu, em poucos anos, uma verdadeira “vila”, com construções simples, rústicas, basicamente destinadas a abrigar e/ou atender os pescadores de final de semana e verão (**Figura 36**).



**Figura 35 – Ocupação “week end” em Ewbank da Câmara: casas recentes e de melhor padrão construtivo. (Foto: Cezar H. B. Rocha, 07/04/2011)**



**Figura 36 – Localidade de Paraibuna, à margem da represa, formada por casas mais simples. (Foto: Cezar H. B. Rocha, 07/04/2011)**

Entretanto, a modalidade de ocupação que mais concentra a população da bacia, é a categoria definida pelo IBGE como Aglomerados Rurais Isolados, reconhecidos como localidades situadas em área rural, com maior densidade de ocupação. Na bacia, esse tipo de ocupação ocorre nos municípios de Antônio Carlos e Santos Dumont, sendo ausente na área rural de Ewbank da Câmara.

Para melhor identificação dos tipos de localidades da bacia, foram adotados os elementos de classificação e nomenclatura utilizados oficialmente pelo IBGE, estando presentes as categorias: Vila, Povoado e Lugarejo.

A vila corresponde à sede de distrito, diferenciando-se das demais categorias por sua população ter *status* urbano. A localidade de Nova Dores do Paraibuna, sede do distrito de mesmo nome, pertencente ao município de Santos Dumont, é a única da bacia a se enquadrar nessa categoria.

O Povoado é uma categoria pertencente aos chamados aglomerados rurais isolados, que segundo o IBGE, caracterizam-se pela existência de serviços para atender aos moradores do próprio aglomerado ou de áreas rurais próximas. É assim considerada como critério definidor deste tipo de aglomerado, a existência de um número mínimo de serviços ou equipamentos. Caracteriza-se por um conjunto de edificações adjacentes (com mais de 50 unidades domiciliares), com características de permanência, formando área continuamente construída, com arruamentos reconhecíveis ou disposta ao longo de uma via de comunicação. De acordo com o IBGE, são identificados como povoados, os aglomerados rurais isolados que possuam, pelo menos, um estabelecimento comercial de venda de bens e consumo freqüente e pelo menos, dois entre os três seguintes serviços ou equipamentos: um estabelecimento de ensino fundamental, com funcionamento regular; um posto de saúde, com atendimento regular e em funcionamento; um templo religioso de qualquer credo. Cachoeirinha, pertencente ao município de Santos Dumont, é a única localidade da bacia que se enquadra nessa categoria.

As demais localidades da bacia são classificadas como Lugarejos, ou seja, classe de aglomerado rural isolado que não dispõe, no todo ou em parte, dos serviços ou equipamentos definidores dos povoados e que apresentam mais de 10 e menos de 51 domicílios. A **tabela 26** apresenta todas as localidades presentes na bacia, sua localização, classificação e o *status* de sua população.

**Tabela 26 – Localidades presentes na BCRC**

Localidades	Município	Classificação	Status da população
Nova Dores do Paraibuna	Santos Dumont	Vila	Urbano
Cachoeirinha	Santos Dumont	Povoado	Rural
Samambaia	Santos Dumont	Lugarejo	Rural
Coruja	Santos Dumont	Lugarejo	Rural
Piã	Santos Dumont	Lugarejo	Rural
São Bento	Santos Dumont	Lugarejo	Rural
Paraibuna	Santos Dumont	Lugarejo	Rural
Barulho	Antônio Carlos	Lugarejo	Rural
Espírito Santo	Antônio Carlos	Lugarejo	Rural
Passa Três	Antônio Carlos	Lugarejo	Rural

Com base nos poucos dados disponíveis e nos muitos trabalhos de campo realizados, quando foram visitadas todas as localidades, é apresentada a seguir, uma breve caracterização de cada uma delas, abordando os principais aspectos relativos à infraestrutura, economia, vias de acesso e conflitos territoriais.

### **Nova Dores do Paraibuna**

Maior núcleo da bacia, esta localidade constitui-se numa vila (**Figura 37**), sede do distrito de mesmo nome, pertencente ao município de Santos Dumont, o que faz sua população ter *status* urbano, mesmo envolta ao ruralismo da região.

É cortada pela estrada que liga as cidades de Santos Dumont e Bias Fortes, sua principal via de acesso, mas que em razão do contínuo mal estado de conservação é sempre alvo de reclamações dos moradores. É servida por transporte coletivo, que faz a ligação com Santos Dumont. Esta localidade é o resultado da transferência dos antigos moradores de Dores do Paraibuna, uma das localidades afogadas pelas águas da Represa de Chapéu D'Uvas.

Segundo o Censo 2010 do IBGE, a população é de 607 habitantes. Embora exista um sistema de captação de água (poço artesiano) e distribuição gratuita para a comunidade (como informado pelo Vereador Everaldo Ferreira de Paula), não há processo de tratamento; da mesma forma, o esgoto é recolhido por rede própria, mas é lançado diretamente no Córrego Zíper, que deságua na margem esquerda da represa. Possui igreja, escola, praça pública, posto de saúde e modesto comércio, o que a torna referência para a população rural e das localidades próximas.

Os moradores reclamam do atual estado de abandono da vila, com ruas em mal estado de conservação e em alguns pontos intransitáveis; da falta de um posto policial; de uma escola de nível médio e da falta de maiores e melhores oportunidades de trabalho, que se resumem às fazendas de gado leiteiro e de cultivo de eucalipto, ou à migração constante para Santos Dumont e Juiz de Fora, que absorvem grande parte da mão-de-obra local. Alguns moradores acreditam que o turismo seja uma possibilidade de desenvolvimento econômico. Segundo Sebastião Domingos, comerciante desde a época da antiga Dores, nos primeiros anos após a transferência da localidade, o turismo era uma atividade importante para a vila, com muitos freqüentadores que vinham atrás das águas da represa, para lazer, pesca e natação. Hoje, são poucos, espantados pela falta de estrutura ou pelas dificuldades de acesso. (21°30'22.98"S; 43°36'31.26"W).



**Figura 37 – Vista geral da vila de Nova Dores do Paraibuna, maior aglomerado da bacia (Foto: Munick D. F. Barbosa, 27/03/2011)**

## **Cachoeirinha**

Segunda maior concentração demográfica da bacia, a localidade é definida pelo IBGE como Povoado. No Censo 2010, contou 119 moradores (66 homens e 53 mulheres), distribuídos em 35 domicílios ocupados, 8 vagos ou de uso ocasional e 10 construções destinadas a outras atividades (posto de saúde, mercado etc.).

O abastecimento de água é feito a partir de captação em mina e daí, por gravidade, chega até as casas, embora não exista tratamento. Possui rede de esgoto, mas estes são lançados diretamente no Córrego Três Pontes, que cruza a localidade e vai alimentar a Represa de Chapéu D'Uvas. Possui igreja (Capela de Nossa Senhora Aparecida), armazém e posto de saúde.

Boa parte da população dedica-se às atividades que cercam o povoado, as fazendas de criação de gado leiteiro e, sobretudo, as dedicadas à silvicultura. Como fica no limite entre Santos Dumont e Antônio Carlos apresenta conflitos territoriais importantes. Pertencentes a Santos Dumont, os habitantes se sentem (e desejam ser) moradores de Antônio Carlos. A equivocada interpretação de limites produziu situações embaraçosas para as prefeituras municipais. A Unidade Básica de Saúde Vovó Chiquinha, por exemplo, foi construída pela Prefeitura de Antônio Carlos, embora a localidade pertença a Santos Dumont. (21°31'25.56"S; 43°40'07.74").

## **Samambaia**

Pequena comunidade atravessada pela estrada que liga Santos Dumont a Bias Fortes e que conta com 17 construções (contagem de campo realizada em março/2011). É um aglomerado rural pertencente ao município de Santos Dumont, mas que guarda um aspecto de comunidade, possuindo igreja (Capela de São João Batista) e escola de ensino fundamental (Escola Municipal Capitão Nestor). Não possui sistema de tratamento de água, embora haja captação em uma mina, com distribuição até as casas por gravidade. Como não há rede de esgotos, estes são lançados diretamente no Córrego Samambaia, afluente da margem esquerda da Represa de Chapéu D'Uvas. O lugarejo é servido por linha de ônibus regular, que faz a ligação entre Nova Dores do Paraibuna e Santos Dumont. (21°30'03.48"S; 43°35'27.18"W).

## **Corujas**

São Sebastião da Boa Vista é o nome atual e menos utilizado desse lugarejo pertencente ao município de Santos Dumont e localizado próximo a Cachoeirinha. É uma comunidade muito simples, que não possui sistema de tratamento de água, que é servida à população após ser captada em uma mina. Segundo o vereador Everaldo Ferreira de Paula, em breve a captação se fará a partir de poço artesiano. Existe rede de esgotos, mas com a única função de fazer seu lançamento num pequeno afluente do Córrego Três Pontes. Possui ensino fundamental (Escola Municipal Maria da Glória de C. Villanova) e igreja (São Sebastião). A população trabalha nas fazendas de gado leiteiro ou naquelas dedicadas ao cultivo do eucalipto. (21°31'04.98"S; 43°39'29.16"W).

## **Pião**

Menor localidade da bacia, com 9 construções (contagem de campo realizada em março/2011), quase todas vinculadas à fazenda de mesmo nome. Na verdade esta denominação serve mais para identificar a região do que a localidade, cujas casas se acham isoladas umas das outras. A economia é vinculada à pecuária leiteira. O acesso é muito ruim, feito por “estrada de chão”, estreita e em péssimas condições de conservação, o que impede a circulação de ônibus, não sendo a localidade servida por transporte coletivo. Não existem pontos comunitários tradicionais, como escola, posto de saúde ou igreja, sendo o modesto campo de futebol o único ponto de convergência comunitária. Não conta com sistema de distribuição e tratamento de água (captada em mina), nem de recolhimento de esgotos, que são lançados diretamente num pequeno córrego, pertencente à bacia do Ribeirão São Bento e que tem acesso à represa pela margem direita. (21°32'29.34"S; 43°36'30.30"W)

## **São Bento**

Pequena localidade pertencente ao município de Santos Dumont, que conta poucos domicílios, em meio a 13 construções (contagem de campo realizada em março/2011), sendo uma delas a igreja e outra, a escola Municipal Prefeito Dr. José

Pitella, pontos de convergência comunitária da população que se apresenta muito dispersa, sem a concentração típica de um aglomerado.

A economia é baseada na pecuária leiteira. A localidade não é servida por linha de ônibus, não tem sistema de abastecimento de água (captada em mina) e nem rede de esgotos, que são lançados no Ribeirão São Bento ou num de seus afluentes. Muitos proprietários rurais dessa região foram indenizados quando da construção da barragem, visto que parte de suas terras foi alagada pela represa, sobretudo no baixo curso do Ribeirão São Bento, que foi igualmente inundado, formando o maior braço da represa em sua margem direita. (21°33'32.46"S; 43°39'01.62"W);

### **Paraibuna**

Localidade que abriga 16 construções (contagem de campo realizada em março/2011), todas recentes e de baixo padrão construtivo. Ao uso residencial mesclam-se atividades comerciais simples (bebidas e alimentos), dirigidas a atender às demandas dos muitos pescadores. Não possui sistema de abastecimento de água e nem rede de esgoto, que é lançado diretamente na represa, sendo fonte potencial de poluição. Não existem pontos comunitários, como escola ou igreja, constituindo-se numa localidade direcionada ao lazer dos finais de semana e verão.

O acesso, a partir de Ewbank da Câmara é precário, por “estrada de chão” em péssimo estado de conservação. Como em outras localidades situadas próximas às divisas intermunicipais, existe um sério problema de limites. Embora seja vinculada a Ewbank da Câmara e seus frequentadores assim o entendam, o lugarejo pertence ao município de Santos Dumont. (21°32'31.98"S; 43°33'58.26"W).

### **Barulho**

Localidade pertencente ao município de Antônio Carlos, situada no extremo noroeste da bacia, na região das nascentes do Rio Paraibuna. Divide-se em dois pequenos assentamentos, chamados Barulho de Cima (21°28'52.62"S; 43°48'31.32"W) e Barulho de Baixo (21°29'07.68"S; 43°47'59.10"W), onde se

concentram 12 construções (contagem de campo realizada em abril/2011), algumas fechadas em razão do processo migratório.

Não chegam a formar uma comunidade de fato. Não existe igreja e a escola (Escola Rural de Ponto Novo) que atende à população fica distante, às margens da MG 135. Área de relevo acidentado apresenta muitos atrativos naturais ainda inexplorados, como as cachoeiras, cujo acesso só é possível a pé ou a cavalo.

A água é captada em minas e o esgoto lançado diretamente no Córrego do Barulho, afluente da margem esquerda do Rio Paraibuna. As elevadas altitudes desse trecho proporcionam um inverno rigoroso, sendo a ocorrência de geadas um fenômeno comum que acompanha as baixíssimas temperaturas.

### **Espírito Santo**

Comunidade com 21 construções residenciais (contagem de campo realizada em abril/2011), todas simples e de baixo padrão construtivo. Visitar esta localidade faz compreender o freqüente e crescente abandono das populações do meio rural. Faltam estruturas mínimas à população: as vias de acesso estão em precário estado de conservação; não há atendimento médico, escola ou comércio, compondo um quadro de abandono administrativo e penúria econômica ímpar na região.

Empregos quase não existem e possibilidades de melhorias, menos ainda. A população dedica-se ao trabalho nas fazendas, roçando pastos ou “quebrando pedra”. Há um tenso conflito territorial (e político-administrativo) que ajuda a explicar esta situação: a localidade faz parte do município de Antônio Carlos, mas fica a grande distância da sede urbana, e como há maior facilidade de ligação com Santos Dumont, a população se sente ligada a este último.

As reclamações são muitas e quase sempre muito simples: pedem a colocação de cascalho na estrada; a construção de uma escola de ensino fundamental, já que hoje, as crianças têm que se deslocar a pé até a comunidade de Corujas e de lá, até a escola, em uma kombi mantida pela Prefeitura de Santos Dumont; não existe sistema de captação, distribuição ou tratamento de água; o esgoto, despejado diretamente num pequeno afluente da margem direita do Rio Paraibuna gera, nos meses secos, um odor insuportável.

Se alguém adoecer, em dia de chuva forte, segundo relatos de uma moradora, a estrada fica impraticável para os táxis ou ambulâncias, o que faz com que os

doentes sejam transportados em padiolas improvisadas de bambu. Os locais comunitários são a modesta Igreja do Divino Espírito Santo e o campo de futebol, atração que movimenta os domingos. (21°30'356.10"S; 43°40'31.74"W).

### **Passa Três**

Comunidade pertencente ao município de Antônio Carlos, mas muito próxima ao limite com Santos Dumont, ao qual se liga mais fortemente em razão do melhor acesso, proporcionado pela Rodovia BR 499. A Escola Municipal Joana Sá Fortes Orlando e a Igreja de São Sebastião constituem os principais pontos comunitários. São 29 construções (contagem de campo realizada em abril/2011) que se apresentam em dois pontos isolados. A comunidade de Passa Três, na parte alta, (21°28'0.12"S; 43°40'56.28"W), concentra a escola, a igreja e a maior parte da população, enquanto na parte baixa (21°28'29.16"S; 43°40'43.68"W), separada por uns 2km de estrada sem pavimentação, há outra parte da comunidade, com 13 construções, algumas utilizadas para o lazer nos finais de semana. Em geral, são casas simples, ainda não servidas por infraestrutura adequada. Os esgotos são lançados no Córrego Passa Três, afluente da margem esquerda do Rio Paraibuna.

### **4.5 – Vetores de expansão**

A BCRCD é entrecortada por um grande número de estradas vicinais que apresentam em comum, o mal estado de conservação. São “estradas de chão”, sem pavimentação, alvo constante das reclamações dos moradores. Dificultam tanto o escoamento da produção, quanto o transporte de pessoas, que pela falta de infraestrutura adequada são forçadas a enfrentar a poeira ou a lama até às cidades, sobretudo Santos Dumont, centro mais imediato.

Ao mesmo tempo em que funcionam como vetores de expansão, da população e suas atividades, também atuam como ‘freios’ ao processo de ocupação da bacia e ao desenvolvimento da atividade turística, pois dificultam sobremaneira o acesso aos potenciais atrativos, matas e cachoeiras, que assim se mantêm desconhecidos de grande parte da população.

A seguir são apresentados os principais vetores de ocupação e expansão da bacia (**Figura 38**), relacionados às suas vias mais importantes.

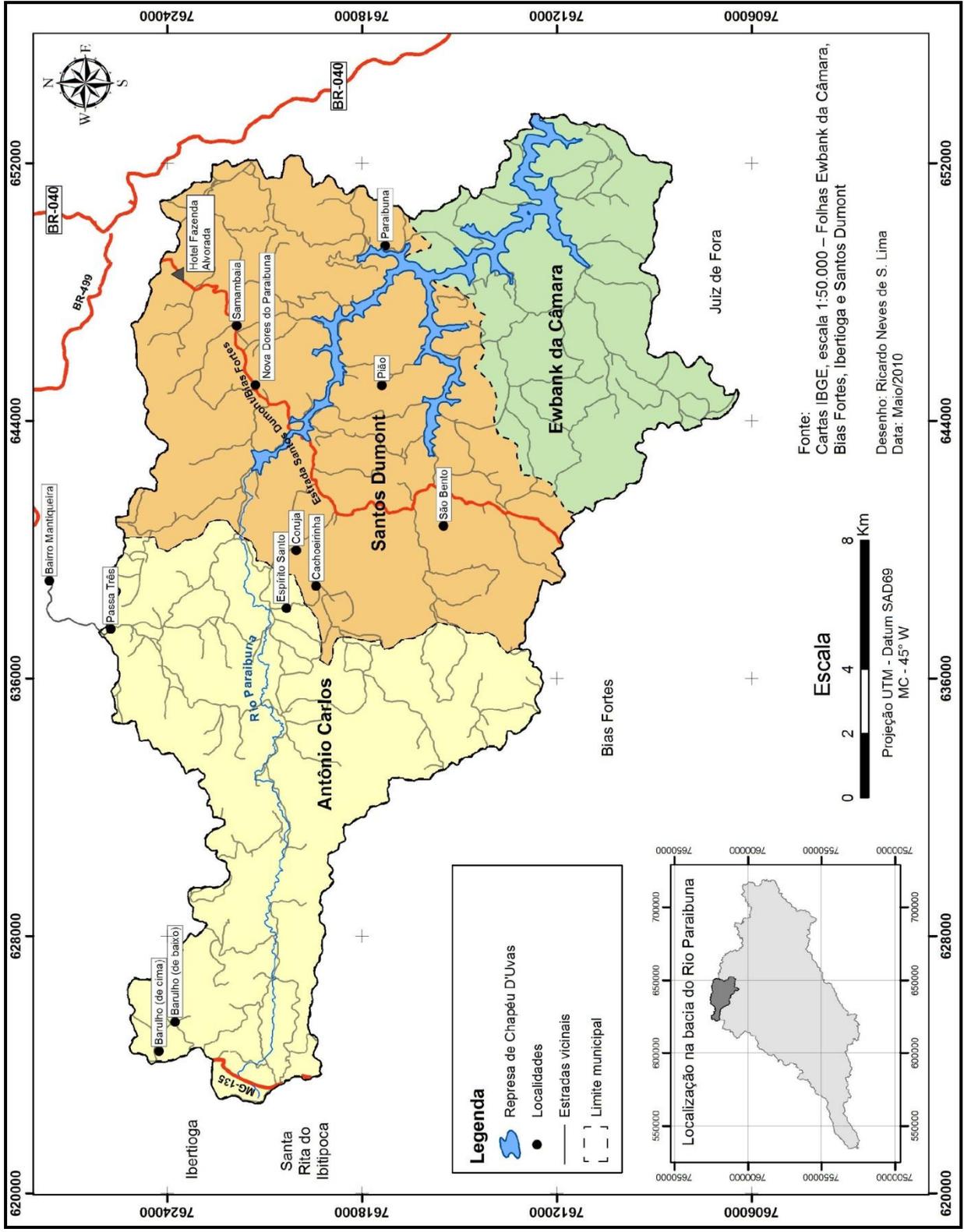


Figura 38 – Vias e principais vetores de expansão da BCRCD

## Rodovia MG 135

Importante vetor de ocupação e expansão, que liga as cidades de Barbacena, Antônio Carlos e Bias Fortes. O trecho entre Barbacena e Antônio Carlos, até a localidade de Ponto Novo, no limite da bacia, é asfaltado e o trecho entre Ponto Novo e Bias Fortes, em breve receberá asfaltamento. Se a melhoria da via vai implicar na melhoria das condições econômicas dos municípios e sua população, poderá causar, nesse pequeno trecho (3,3km), um impacto considerável.

A estrada (**Figura 39**) passa cerca de 400m da nascente do Rio Paraibuna, hoje um anônimo córrego como tantos outros na área. A via asfaltada vai concorrer para a melhoria de acesso a esse e a outros pontos de apelo turístico, como as cachoeiras dos córregos do Barulho e Picumã, pouco conhecidas, exatamente em razão do difícil acesso. Mais do que imprimir um aumento do processo de ocupação, o asfalto tende a desenvolver a atividade turística nessa parte da bacia.



**Figura 39 – Vista da MG 135, num ponto próximo à nascente do Rio Paraibuna, em Antônio Carlos (Foto: Munick D. F. Barbosa, 02/04/2011)**

### **Estrada Santos Dumont x Bias Fortes**

A estrada que faz a ligação entre Santos Dumont e Bias Fortes é hoje o principal vetor de penetração na bacia, embora seja uma estrada vicinal não pavimentada e em péssimo estado de conservação (**Figura 40**). A partir do bairro Santo Antônio, em Santos Dumont, ela dá acesso às principais localidades da bacia (Nova Dores do Paraibuna, Samambaia, Cachoeirinha e Coruja), fazendo a ligação com a cidade de Bias Fortes. Por ela é transportada boa parte do leite e do eucalipto produzidos na região. É também por essa estrada que se tem acesso ao Hotel Fazenda Alvorada.

A bucólica paisagem cortada pela estrada alterna as tradicionais fazendas de gado leiteiro com os recentes cultivos homogêneos de eucalipto. Essa estrada talvez se transforme no principal vetor das futuras ocupações na bacia, embora hoje, como comprovam os dados dos Censos do IBGE, ela sirva mais aos propósitos de quem quer abandonar a zona rural e se dirigir em definitivo para as cidades.



**Figura 40 – Trecho enlameado da Estrada Santos Dumont x Bias Fortes, próximo à localidade de Samambaia (Foto: Munick D. F. Barbosa, 30/03/2012)**

### Ligação entre Passa Três e a estrada Santos Dumont x Bias Fortes

Outro vetor de expansão deriva da Rodovia BR 499 (Rodovia Oswaldo Castelo Branco), que liga, por 15km, o centro de Santos Dumont à Cabangu. A rodovia asfaltada dá acesso ao bairro Mantiqueira e daí, por estradas não pavimentadas (**Figura 41**), até a localidade de Passa Três, pertencente ao município de Antônio Carlos, mas já inclusa à área da BCRCO. A partir de Passa Três, se chega, por estradas vicinais mal conservadas, até as comunidades de Espírito Santo, Cachoeirinha e Coruja, daí se interligando com a estrada Santos Dumont x Bias Fortes, principal eixo local.



**Figura 41 – Estrada que liga o bairro Mantiqueira (Santos Dumont) à localidade de Passa Três (Antônio Carlos). (Foto: Pedro J. O. Machado, 05/04/2012)**

## CAPÍTULO 5

### ZONEAMENTO DA BCRCO

O zoneamento aqui apresentado está fundamentado nas informações e dados levantados no Diagnóstico Físico-Ambiental (**Capítulo 3**) e no Diagnóstico Socioeconômico, de Uso e Cobertura do Solo da BCRCO (**Capítulo 4**), sendo assim, o produto-síntese desses diagnósticos e fundamento para a proposição de um futuro modelo de ordenamento territorial para a bacia.

O zoneamento está baseado no reconhecimento dos principais pontos de vulnerabilidade da bacia, especificamente aqueles ligados aos dois principais problemas que podem afetar negativamente as águas da Represa de Chapéu D'Uvas: (a) o assoreamento, resultado da atuação de processos erosivos e que, em longo prazo, implica na redução da quantidade das águas armazenadas e (b) a introdução de esgotos orgânicos, sem prévio tratamento, produto das atividades humanas e que pode acarretar na perda de qualidade das águas da represa, principalmente pela possibilidade de eutrofização e da criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento de cianobactérias, problema dos mais graves que atinge o manancial.

Assim, se buscou reconhecer e mapear as principais áreas da bacia, potencialmente relacionadas à perda de quantidade e qualidade das águas que se destinarão ao futuro abastecimento público de Juiz de Fora.

O zoneamento da BCRCO está dividido em duas partes: o Zoneamento Físico-Ambiental (**Item 5.1, p.154**), que avalia parâmetros físicos e de cobertura do solo, com o objetivo de identificar as áreas mais vulneráveis à erosão superficial hídrica, fonte de assoreamento, e o Zoneamento Socioeconômico (**Item 5.2, p.173**), que avalia parâmetros ligados à população, e que busca identificar as áreas mais vulneráveis à degradação da qualidade das águas da represa.

A metodologia geral adotada na elaboração do capítulo é apresentada no organograma da **figura 42**.



Figura 42 – Metodologia utilizada para o zoneamento da BCRCZ

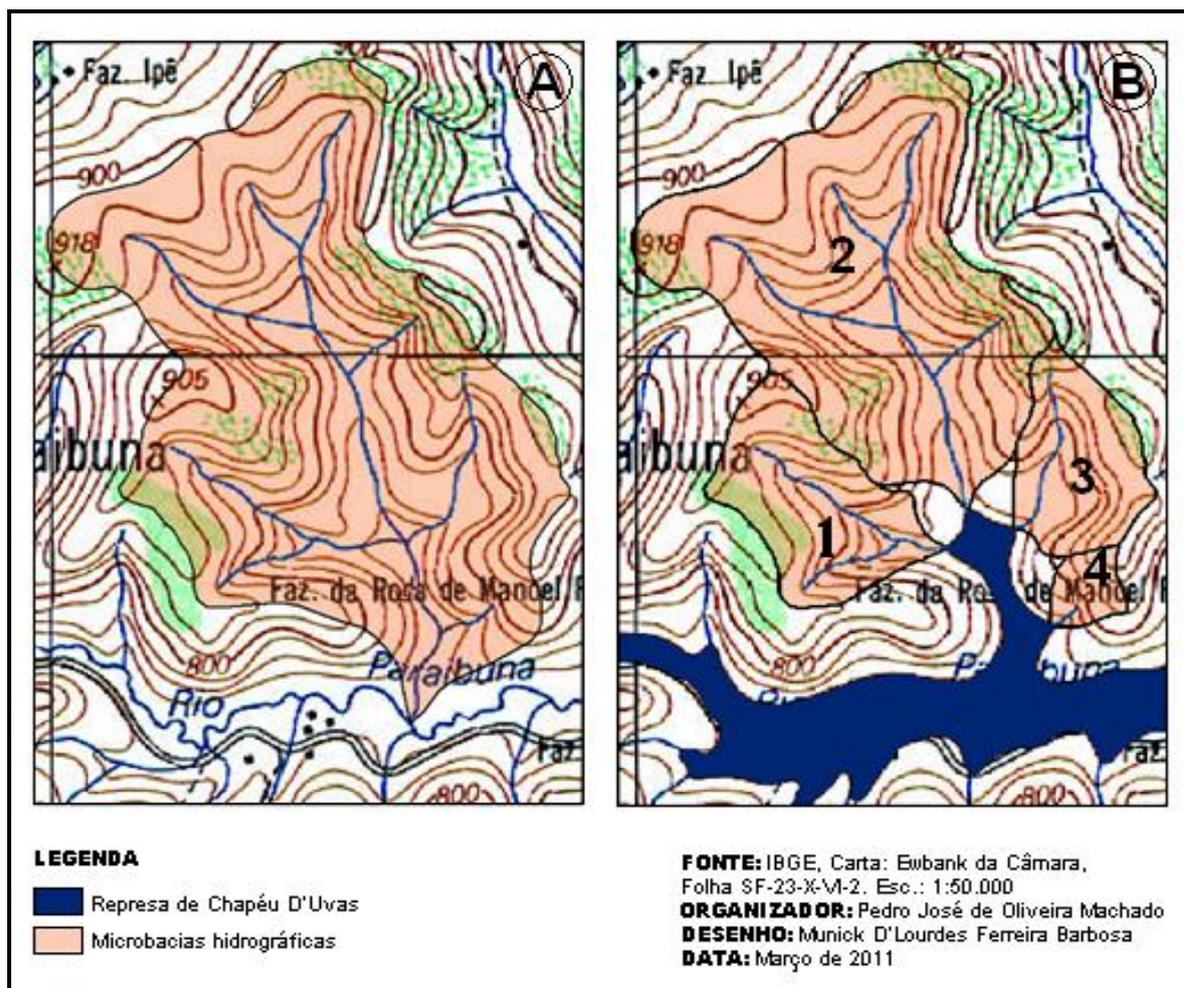
As informações e dados levantados nos diagnósticos físico-ambiental e socioeconômico, de uso e cobertura do solo permitiram conhecer melhor as características gerais da bacia, ao mesmo tempo em que apontaram para uma diferenciação interna dos vários elementos ambientais. Ou seja, embora toda a bacia se constitua na unidade básica de pesquisa, ela apresenta internamente, áreas distintas, que combinam características físico-ambientais diferentes (geologia, solos, declividades, formas de relevo etc.), submetidas a ações humanas diferentes (atividades econômicas, modelos de usos e ocupação etc.), tornando-se reconhecíveis certas unidades de maior homogeneidade, onde são claras as “similaridades dos elementos componentes de um grupo e, simultaneamente as distinções entre os grupos vizinhos” (SILVA & SANTOS, 2004:231).

O reconhecimento dessas diferentes unidades, que sintetizam as informações levantadas na fase de diagnóstico, constitui-se numa primeira forma de zoneamento, assim entendido como “a identificação e delimitação de unidades ambientais em um determinado espaço físico (...)” (SILVA & SANTOS, 2004:227).

São várias as unidades utilizadas nos trabalhos de zoneamento, variáveis segundo os objetivos da pesquisa ou a área abrangida. Beltrame (1994:22) utiliza a setorização da bacia, com as unidades resultantes correspondendo às áreas de alto, médio e baixo curso do Rio do Cedro. Ross (1994:66) adota as unidades ecodinâmicas e Crepani et al. (2001:13) utilizam o conceito de unidades de paisagem natural.

Definir estas unidades para a BCRCO não foi decisão fácil. O ideal seria adotar a divisão em microbacias, identificando e caracterizando a vulnerabilidade em cada uma delas. Mas isso se mostrou inviável, pois além da sua grande quantidade, 117, a maioria tem hierarquia muito baixa, de 1ª a 3ª ordem (considerando as cartas do IBGE, na escala 1:50.000), o que além de dificultar as análises traria grande transtorno quando da apresentação cartográfica dos resultados.

Dificuldade adicional é representada pelos pequenos afluentes. Em muitos casos, a formação da Represa de Chapéu D’Uvas fez com que alguns cursos d’água passassem a ser seus contribuintes diretos e não mais do Rio Paraibuna ou de um de seus tributários, ampliando o número das pequenas bacias e promovendo uma re-hierarquização da drenagem, como exemplificado na **figura 43**.



**Figura 43 – Alteração na conformação de pequenas bacias em função da criação da Represa de Chapéu D'Uvas**

Na ilustração (A), o córrego em destaque aparece como afluente direto do Rio Paraibuna, constituindo uma bacia de 3ª ordem; na ilustração (B), observa-se que após o enchimento da represa, passou a existir uma nova hierarquização, com pequenos cursos d'água fluindo diretamente até ela, formando agora 4 pequenas bacias, de 1ª e 2ª ordens.

Optou-se então por dividir a bacia em Unidades Hidrográficas (UH), que serão utilizadas para o estudo das vulnerabilidades, adotando-se o seguinte procedimento: inicialmente, tomou-se o Rio Paraibuna e a Represa de Chapéu D'Uvas (que é o próprio rio represado) como referência para constituir uma primeira divisão, em unidades da margem direita (BD) e da margem esquerda (BE), privilegiando a contigüidade espacial, exceção feita à unidade que compreende às nascentes do Rio Paraibuna, constituída pelas microbacias dos córregos Campinho e Ponte Funda (B 01); promoveu-se a manutenção, sempre que possível, da figura da microbacia, como no caso do Ribeirão São Bento (BD 05), do Córrego Passa Três (BE 10) e do Rio Taquaruçu (BE 12), cuja unidade corresponde integralmente à suas bacias de

drenagem. Em outros casos, foi promovido o agrupamento de bacias menores, com características similares e com contigüidade física à bacia de um córrego de hierarquia superior (BD 03, BD 04, BD 06, BD 07, BE 08, BE 09 e BE 11). Duas unidades hidrográficas (BD 02 e BE 13) foram compostas unicamente por pequenas bacias, de córregos de ordem hierárquica mais baixa (até 3ª ordem).

A BCRC D foi assim dividida em 13 unidades hidrográficas (**Tabela 27** e **Figura 44**), sendo 6 na margem direita, 6 na margem esquerda e uma formada pela região de nascentes do Rio Paraibuna (B 01).

**Tabela 27 – Unidades hidrográficas da BCRC D**

UH	Área (km <sup>2</sup> )	Formação/descrição
B 01	4,69	Nascentes do Rio Paraibuna (bacia dos córregos Campinho e Ponte Funda);
BD 02	12,29	Formada por pequenas bacias de córregos de 1ª a 3ª ordem;
BD 03	21,91	Bacias dos córregos da Cachoeira, Jacutinga, São José e bacias de pequenos córregos de baixa hierarquia;
BD 04	25,49	Bacia do Córrego Três Pontes e outras pequenas bacias de córregos de hierarquia mais baixa;
BD 05	65,82	Bacia do Ribeirão São Bento;
BD 06	26,19	Bacia do Córrego Goiabeira e pequenas bacias de 1ª e 2ª ordens;
BD 07	30,75	Bacias do Ribeirão Lambari, do Córrego São Firmino e outras pequenas bacias de córregos de baixa hierarquia;
BE 08	10,67	Bacia do Córrego do Barulho e de dois córregos de 1ª ordem;
BE 09	24,36	Bacias dos córregos Picumã, Milho Branco e Três Pontes e outras pequenas bacias de córregos de 1ª e 2ª ordens;
BE 10	20,10	Bacia do Córrego Passa Três;
BE 11	37,09	Bacia dos córregos Samambaia, Zíper, Crimonoso, Cachoeira e outras bacias de córregos de hierarquia baixa;
BE 12	25,93	Bacia do Rio Taquaruçu;
BE 13	7,94	Formada por pequenas bacias de córregos de 1ª e 2ª ordens;

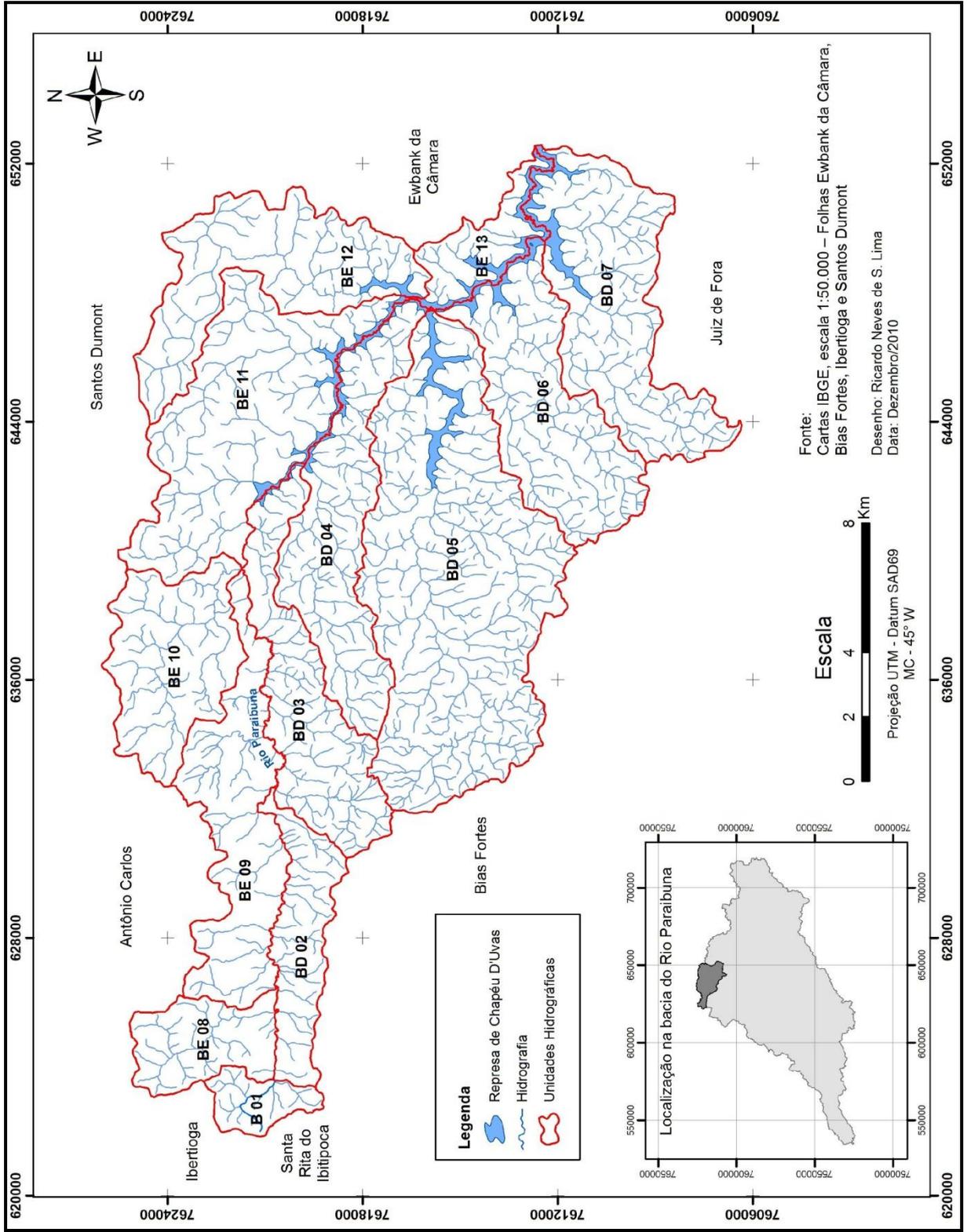


Figura 44 – Divisão da BCRCD em 13 unidades hidrográficas

## 5.1 – Zoneamento físico-ambiental da BCRC

O objetivo desse zoneamento é identificar e mapear as unidades hidrográficas da BCRC, de acordo com sua vulnerabilidade à erosão superficial hídrica, através da avaliação de parâmetros físicos e de uso e cobertura do solo.

O estudo é baseado metodologicamente em 3 trabalhos principais: Beltrame (1994:15) desenvolve a idéia do diagnóstico físico-conservacionista, que apresenta como produto final, o risco de degradação física dos diferentes setores de uma bacia hidrográfica; Ross (1994:65) aborda a análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados, o que produz um entendimento dos diferentes graus de instabilidade das unidades ecodinâmicas; e Crepani et al. (2001:11) apresentam uma metodologia para subsidiar o zoneamento ecológico-econômico da Amazônia, a partir da qual é possível gerar cartas de vulnerabilidade natural à perda de solo.

Mesmo balizada pelos referidos modelos, a metodologia aqui utilizada contemplou parâmetros e valores apropriados às características da BCRC, pois como concluíram Melo & Santos (2010:26), “optar por modelos prontos nem sempre contempla a realidade local, podendo criar distorções do resultado que se espera”.

São vários os parâmetros utilizados para avaliar a vulnerabilidade ambiental. Beltrame (1994:13/14) adota a vegetação (segundo seu grau de semelhança com a vegetação original e a proteção dada ao solo), o clima (erosividade da chuva e balanço hídrico), características geológicas, pedológicas e do relevo; Ross (1994:66) considera a declividade, tipos de solos, clima (chuvas), dissecação do relevo e a proteção dos solos dada pela cobertura vegetal; Crepani et al. (2001:22) promovem o cruzamento dos parâmetros geologia, geomorfologia (morfometria, formas de relevo, declividade), tipos de solos, vegetação e clima (intensidade das chuvas).

Para o estudo da vulnerabilidade das unidades hidrográficas da BCRC foram considerados os parâmetros declividade, uso e cobertura do solo e erodibilidade dos solos, escolhidos por serem fundamentais ao estudo da erosão superficial, e conseqüentemente, do processo de assoreamento, e por terem suas informações disponíveis, levantadas no diagnóstico físico-ambiental (**Capítulo 3**).

Os parâmetros foram avaliados para cada unidade hidrográfica, segundo uma escala de vulnerabilidade, que varia de 1, vulnerabilidade muito baixa, que identifica as melhores condições de proteção contra a erosão superficial (áreas com solos menos suscetíveis à erosão, menores declividades e/ou com maior proteção da

cobertura vegetal), a 5, vulnerabilidade muito alta, para as piores condições da unidade hidrográfica (ou de suas partes) em relação à ocorrência de processos erosivos superficiais (áreas com maiores declividades, com solos mais erodíveis e/ou com precária ou ausente proteção da cobertura vegetal).

Contudo, dentro de uma unidade hidrográfica, as condições de declividade, de erodibilidade e de cobertura variam. Há partes em que a declividade é mais acentuada, implicando maior vulnerabilidade à ação erosiva superficial e, noutras partes, as declividades são menores, implicando em menor vulnerabilidade; o mesmo se dá com a cobertura do solo: trechos da unidade hidrográfica cobertos por florestas são menos vulneráveis à ação erosiva do que aqueles de solo exposto, de vulnerabilidade máxima; com os tipos de solo ocorre o mesmo: partes diferentes de uma unidade hidrográfica são constituídas por diferentes tipos de solo, uns de maior erodibilidade que outros, implicando em diferentes vulnerabilidades.

Por isso, em cada unidade hidrográfica, cada parâmetro é avaliado segundo uma escala de vulnerabilidade, com 5 classes. A declividade, por exemplo, varia de 1, para as áreas que apresentam declividades compreendidas no intervalo de 0 a 3% (vulnerabilidade muito baixa), até 5, valor máximo, para as áreas da unidade hidrográfica com declividades superiores a 45% (vulnerabilidade muito alta). Assim, é atribuída uma valorização (peso) diferente para cada trecho da unidade hidrográfica, proporcional à área ocupada por aquele intervalo de classe. O valor final de um parâmetro, em cada unidade hidrográfica, é dado pelo somatório dos valores proporcionalmente atribuídos às suas diferentes partes.

Conhecidos os valores atribuídos a cada parâmetro, em cada unidade hidrográfica, procede-se ao somatório dos valores finais, o que irá revelar as condições de vulnerabilidade de cada unidade hidrográfica. O menor valor final possível de ser obtido é 3 (somatório de todos os valores mínimos, 1, em cada um dos três parâmetros), situação que representa a menor vulnerabilidade à ocorrência de erosão superficial. No outro extremo, o máximo valor final possível de ser obtido é 15 (somatório de todos os valores máximos, 5, em cada um dos três parâmetros), o que representa a situação de maior vulnerabilidade à erosão superficial.

Por último, as unidades hidrográficas foram agrupadas em uma das 5 classes finais de vulnerabilidade: Muito baixa (MB), Baixa (B), Média (M), Alta (A) e Muito alta (MA), resultando na representação cartográfica desse enquadramento. Os cálculos realizados para cada parâmetro são a seguir apresentados.

### 5.1.1 – Declividades

A declividade é uma característica topográfica diretamente relacionada à erosão superficial, pois exerce influência na infiltração das águas das chuvas e na velocidade do escoamento superficial. Em terrenos de maiores declividades, a água tende a escoar com maior velocidade, dificultando a infiltração e favorecendo a ação erosiva superficial. Por esta razão, inúmeros trabalhos utilizam a declividade como um parâmetro identificador da vulnerabilidade de uma área frente à ação erosiva.

A influência desse parâmetro pode ser hierarquizada, observando-se a relação entre os valores da declividade dos terrenos e sua vulnerabilidade à ação erosiva, de tal modo, que quanto maior a declividade, maior a vulnerabilidade. É possível assim, estabelecer uma escala de vulnerabilidade, segundo diferentes intervalos de declividade, como o fazem, dentre outros, Hidalgo (1990:11), Beltrame (1994:48), Ross (1994:66) e Crepani et al. (2001:80). No presente trabalho adotou-se uma escala de vulnerabilidade baseada nos valores apresentados por Lemos & Santos (1982:34), EMBRAPA (1999:287) e Silva, Schulz & Camargo (2003:30), como apresentado na **tabela 28**.

**Tabela 28 – Escala de vulnerabilidade segundo o parâmetro declividade (1)**

Intervalos de declividade	Vulnerabilidade à erosão superficial	Escala de vulnerabilidade
De 0% a 3%	Muito baixa	1
> 3% a 8%	Baixa	2
> 8% até 20%	Média	3
> 20% até 45%	Alta	4
Acima de 45%	Muito alta	5

Para estabelecer a vulnerabilidade de cada unidade hidrográfica da BCRC, segundo o parâmetro declividade, foi utilizado um procedimento baseado naquele apresentado por Hidalgo (1990:11) e Beltrame (1994:48), detalhado a seguir.

(a) Foi estabelecida uma escala de vulnerabilidade, variável de 1 (muito baixa) a 5 (muito alta), segundo os diferentes intervalos de declividade adotados (**Tabela 28**);

estes valores da escala de vulnerabilidade vão funcionar como “pesos”, a serem atribuídos aos diferentes trechos de cada unidade hidrográfica, segundo o intervalo de declividade que os caracteriza;

(b) Com base nas informações do diagnóstico físico-ambiental (**Item 3.5, p.84/Figura 17, p.86**) foram identificados os intervalos de declividade presentes em cada unidade hidrográfica, bem como a respectiva área ocupada por cada um desses intervalos (em km<sup>2</sup>), como apresentado na **tabela 29**;

**Tabela 29 – Intervalos de declividade presentes nas unidades hidrográficas da BCRC, em km<sup>2</sup> (2)**

UH	Intervalos de declividade (em km <sup>2</sup> )					Área da UH* (km <sup>2</sup> )
	0% a 3%	> 3% a 8%	> 8% a 20%	> 20% a 45%	> 45%	
B 01	0,22	0,52	2,23	1,65	0,07	4,69
BD 02	0,78	0,59	2,37	5,70	2,85	12,29
BD 03	1,53	1,29	6,07	11,34	1,68	21,91
BD 04	1,63	1,25	6,31	13,84	1,81	24,84
BD 05	3,38	3,64	16,29	36,93	4,32	64,56
BD 06	1,93	1,03	5,86	14,80	1,71	25,33
BD 07	1,43	1,22	7,10	17,34	2,36	29,45
BE 08	0,25	0,50	2,53	6,75	0,64	10,67
BE 09	1,57	1,01	6,09	13,32	2,37	24,36
BE 10	0,74	1,02	4,77	11,37	2,20	20,10
BE 11	1,68	1,51	7,99	21,74	3,40	36,32
BE 12	1,20	1,24	5,67	15,40	1,86	25,37
BE 13	0,30	0,18	1,62	4,03	0,43	6,56

(\*) excluída a área ocupada pela represa

(c) Aplicam-se os “pesos” da escala de vulnerabilidade (1 a 5), para cada parte da unidade hidrográfica abrangida pelo respectivo intervalo de declividade, multiplicando-se os valores das **tabelas 28 (1) e 29 (2)**, determinando-se assim, o que se chamou de área corrigida, que posteriormente dividida pela área da unidade hidrográfica, resultará no seu enquadramento num dos valores da escala de vulnerabilidade (**Tabela 30**);

**Tabela 30 – Aplicação dos pesos da escala de vulnerabilidade às unidades hidrográficas, segundo seus intervalos de declividade – (1) x (2)**

UH	Intervalos de declividade (em km <sup>2</sup> ), por UH e respectivo “peso” da escala de vulnerabilidade					Área corrigida (em km <sup>2</sup> )	Área corrigida ÷ área da UH
	0% a 3%	> 3% a 8%	> 8% a 20%	> 20% a 45%	> 45%		
	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso 5		
B 01	0,22	1,04	6,69	6,60	0,35	14,90	<b>3,18</b>
BD 02	0,78	1,18	7,11	22,80	14,25	46,12	<b>3,75</b>
BD 03	1,53	2,58	18,21	45,36	8,40	76,08	<b>3,47</b>
BD 04	1,63	2,50	18,93	55,36	9,05	87,47	<b>3,52</b>
BD 05	3,38	7,28	48,87	147,72	21,60	228,85	<b>3,55</b>
BD 06	1,93	2,06	17,58	59,20	8,55	89,32	<b>3,53</b>
BD 07	1,43	2,44	21,3	69,36	11,80	106,33	<b>3,61</b>
BE 08	0,25	1,00	7,59	27,00	3,20	39,04	<b>3,66</b>
BE 09	1,57	2,02	18,27	53,28	11,85	86,99	<b>3,57</b>
BE 10	0,74	2,04	14,31	45,48	11,00	73,57	<b>3,66</b>
BE 11	1,68	3,02	23,97	86,96	17,00	132,63	<b>3,65</b>
BE 12	1,20	2,48	17,01	61,60	9,30	91,59	<b>3,61</b>
BE 13	0,30	0,36	4,86	16,12	2,15	23,79	<b>3,63</b>

(d) A vulnerabilidade de cada unidade hidrográfica, segundo o parâmetro declividade, corresponde ao valor resultante da relação entre a área corrigida e a área da unidade (última coluna da **tabela 30**); daí, pode-se fazer o enquadramento desse valor na escala de vulnerabilidade, que varia de 1, menor vulnerabilidade (para unidades hidrográficas que apresentam a totalidade de sua área com declividades no intervalo de 0 a 3%), até 5, maior vulnerabilidade (para unidades com a totalidade de sua área com declividades superiores a 45%). O intervalo de domínio de cada classe de vulnerabilidade é dado pela relação: maior valor de vulnerabilidade (5) – menor valor de vulnerabilidade (1) ÷ número de classes (5), o que dá um intervalo de domínio de 0,8 por classe, como apresentado na **tabela 31**.

**Tabela 31 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, para o parâmetro declividade**

Intervalos da escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à erosão superficial	Escala de vulnerabilidade
Valores entre 1 e 1,8	Muito baixa	1
> 1,8 até 2,6	Baixa	2
> 2,6 até 3,4	Média	3
> 3,4 até 4,2	Alta	4
> 4,2 até 5	Muito alta	5

(e) Conhecidos os valores finais do parâmetro declividade, de cada unidade hidrográfica (última coluna da **tabela 30**), pode-se enquadrá-las na respectiva escala de vulnerabilidade, de acordo com os intervalos apresentados na **tabela 31**, identificando-se sua vulnerabilidade à erosão superficial, segundo o parâmetro declividade, como mostrado na **tabela 32**.

**Tabela 32 – Vulnerabilidade à erosão superficial das unidades hidrográficas da BCRC, segundo o parâmetro declividade**

Unidades hidrográficas	Escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à erosão superficial
B 01	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 02	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BD 03	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BD 04	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BD 05	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BD 06	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BD 07	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BE 08	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BE 09	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BE 10	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BE 11	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BE 12	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BE 13	<b>4</b>	<b>Alta</b>

A análise da **tabela 32** mostra que, considerando-se isoladamente o parâmetro declividade, quase todas as unidades hidrográficas apresentam alta vulnerabilidade à atuação da erosão superficial, o que não surpreende, uma vez que quase 80% da bacia (**Item 3.5, p.84/Tabela 7, p.85**) apresentam declividades compreendidas no intervalo de 8% a 45%, áreas de relevo movimentado, características dos mares de morros.

O menor valor (Média vulnerabilidade) foi atribuído à B 01, menor unidade hidrográfica, que ocupa a região de nascentes do Rio Paraibuna, na porção noroeste da bacia, e embora nela prevaleça áreas com declividades entre de 8% a 45%, quase 15,8% de sua área estão contidos no intervalo entre 0% e 8% (**Tabela 29, p.157**).

### 5.1.2 – Uso e cobertura do solo

A cobertura vegetal protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, aumenta a permeabilidade e porosidade, reduz a velocidade do escoamento superficial e mantém a umidade e fertilidade, em razão da presença de matéria orgânica (CREPANI et al., 2001:14; SALOMÃO, 2012:232; BOTELHO, 2012:285), desempenhando “uma função extremamente importante no controle da erosão pluvial” (ARAÚJO, ALMEIDA & GUERRA, 2007:85).

A presença de vegetação age como redutor da velocidade do escoamento superficial, minimizando o transporte de sedimentos e o assoreamento dos cursos d'água. Terrenos sem proteção da vegetação, ficam expostos à ação das chuvas e sofrem com maior intensidade a ação erosiva superficial.

Obviamente, a proteção conferida aos solos pela cobertura vegetal varia segundo a densidade, o tamanho e as espécies. Uma floresta densa, por exemplo, confere maior proteção aos solos do que aquela propiciada por pastos ou cultivos agrícolas. Por isso, a proteção dada aos solos pela cobertura vegetal é avaliada segundo suas diferentes tipologias, sendo definidos diferentes graus de proteção.

Com base em Hidalgo (1990:18), Beltrame (1994:40), Ross (1994:68), Crepani et al. (2001:104) e Bianchini, Almeida & Gandara (2003:351) foi criada uma escala de vulnerabilidade, de acordo com a cobertura do solo, com valores que variam de 1 a 5, respectivamente, para a maior e menor proteção oferecida.

A escala de vulnerabilidade (**Tabela 33**) considerou as características dos tipos de cobertura do solo da bacia. Assim, as áreas cobertas por florestas, que conferem maior proteção, tiveram valor mínimo, 1, na escala de vulnerabilidade; as áreas de silvicultura, foram consideradas de média vulnerabilidade, pois embora formem cobertura relativamente densa, deixam o solo totalmente desprotegido após o corte, a cada ciclo de 6 anos, em média; as áreas cobertas por pastos foram consideradas de alta vulnerabilidade à erosão superficial, pois esta cobertura, na bacia, desempenha pequena proteção, por tratar-se de vegetação rala, baixa, sem manejo, que sofre pisoteio constante do gado e é submetida anualmente às queimadas; áreas de culturas agrícolas também foram enquadradas como de alta vulnerabilidade, por serem de ciclo curto, expondo os solos à ação das chuvas durante boa parte do ano; as áreas de solo exposto foram classificadas como de muito alta vulnerabilidade à erosão superficial, por não oferecem proteção.

**Tabela 33 – Escala de vulnerabilidade para o parâmetro cobertura do solo (1)**

Cobertura do solo	Vulnerabilidade à erosão superficial	Escala de vulnerabilidade
Floresta	Muito baixa	1
	Baixa	2
Silvicultura	Média	3
Pastos; Culturas agrícolas	Alta	4
Solo exposto	Muito alta	5

Para estabelecer a vulnerabilidade de cada unidade hidrográfica, segundo o parâmetro cobertura do solo, foi utilizado o mesmo procedimento anterior.

(a) Foi estabelecida uma escala de vulnerabilidade, variável de 1 (muito baixa) a 5 (muito alta), de acordo com os diferentes tipos de cobertura do solo (**tabela 33**); os valores da escala de vulnerabilidade vão funcionar como “pesos”, a serem atribuídos aos diferentes trechos de cada unidade hidrográfica, segundo o tipo de cobertura;

(b) Com base nas informações do diagnóstico socioeconômico, de uso e cobertura do solo (**tem 4.4.1, p.119/Figura 25, p.120**) foram identificados os tipos de cobertura do solo presentes em cada unidade hidrográfica, e a respectiva área ocupada por cada um deles (em km<sup>2</sup>), como apresentado na **tabela 34**;

**Tabela 34 – Coberturas do solo presentes nas unidades hidrográficas da BCRCD, em km<sup>2</sup> (2)**

Unidades hidrográficas	Tipos de cobertura do solo (em km <sup>2</sup> )					Área da UH* (km <sup>2</sup> )
	Floresta	Silvicultura	Pastos	Culturas agrícolas	Solo exposto	
B 01	1,85	0,00	2,64	0,09	0,11	4,69
BD 02	4,02	0,22	7,96	0,00	0,09	12,29
BD 03	5,13	0,17	16,37	0,05	0,19	21,91
BD 04	4,81	1,74	17,82	0,00	0,47	24,84
BD 05	22,59	2,26	39,04	0,00	0,67	64,56
BD 06	7,59	0,80	16,28	0,00	0,66	25,33
BD 07	5,73	1,16	21,82	0,00	0,74	29,45
BE 08	6,03	0,03	4,36	0,20	0,05	10,67
BE 09	11,14	0,00	13,10	0,01	0,11	24,36
BE 10	5,41	0,06	14,29	0,05	0,29	20,10
BE 11	<b>8,55</b>	1,08	26,26	0,04	0,39	36,32
BE 12	4,90	2,45	17,69	0,00	0,33	25,37
BE 13	1,34	0,04	4,91	0,00	0,27	6,56

(\*) excluída a área ocupada pela represa

(c) Aplicam-se os “pesos” da escala de vulnerabilidade (de 1 a 5), para cada parte da unidade hidrográfica, abrangida pelo respectivo tipo de cobertura, multiplicando-se os valores das **tabelas 33 (1) e 34 (2)**, determinando-se assim, a área corrigida, que dividida pela área da unidade hidrográfica, resultará no seu enquadramento num dos valores da escala de vulnerabilidade (**Tabela 35**);

**Tabela 35 – Aplicação dos pesos da escala de vulnerabilidade às unidades hidrográficas, segundo seus diferentes tipos de cobertura do solo – (1) x (2)**

UH	Tipos de cobertura do solo (em km <sup>2</sup> ), por unidade hidrográfica e respectivo “peso” da escala de vulnerabilidade					Área corrigida (em km <sup>2</sup> )	Área corrigida ÷ área da UH
	Floresta	Silvicultura	Pastos	Culturas agrícolas	Solo exposto		
	Peso 1	Peso 3	Peso 4	Peso 4	Peso 5		
B 01	1,85	0,00	10,56	0,36	0,55	13,32	<b>2,84</b>
BD 02	4,02	0,66	31,84	0,00	0,45	36,97	<b>3,01</b>
BD 03	5,13	0,51	65,48	0,20	0,95	72,27	<b>3,30</b>
BD 04	4,81	5,22	71,28	0,00	2,35	83,66	<b>3,37</b>
BD 05	22,59	6,78	156,16	0,00	3,35	188,88	<b>2,93</b>
BD 06	7,59	2,40	65,12	0,00	3,30	78,41	<b>3,10</b>
BD 07	5,73	3,48	87,28	0,00	3,70	100,19	<b>3,40</b>
BE 08	6,03	0,09	17,44	0,80	0,25	24,61	<b>2,31</b>
BE 09	11,14	0,00	52,40	0,04	0,55	64,13	<b>2,63</b>
BE 10	5,41	0,18	57,16	0,20	1,45	64,40	<b>3,20</b>
BE 11	<b>8,55</b>	3,24	105,04	0,16	1,95	118,94	<b>3,28</b>
BE 12	4,90	7,35	70,76	0,00	1,65	84,66	<b>3,34</b>
BE 13	1,34	0,12	19,64	0,00	1,35	22,45	<b>3,42</b>

(d) A vulnerabilidade da unidade hidrográfica, segundo o parâmetro cobertura do solo, corresponde ao valor resultante da relação entre a área corrigida e a área da unidade hidrográfica (última coluna da **tabela 35**); a partir daí, pode-se fazer o enquadramento desse valor na escala de vulnerabilidade, que varia de 1, menor vulnerabilidade (para unidades hidrográficas que apresentam a totalidade de sua área coberta por florestas), até 5, maior vulnerabilidade (para unidades hidrográficas com a totalidade de sua área sem cobertura vegetal). O intervalo de domínio de cada classe de vulnerabilidade é dado pela relação: maior valor de vulnerabilidade (5) – menor valor de vulnerabilidade (1) ÷ número de classes (5) = 0,8 (intervalo de domínio de cada classe), como apresentado na **tabela 36**.

**Tabela 36 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, para o parâmetro cobertura do solo**

Intervalos da escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à erosão superficial	Escala de vulnerabilidade
Valores entre 1 e 1,8	Muito baixa	1
> 1,8 até 2,6	Baixa	2
> 2,6 até 3,4	Média	3
> 3,4 até 4,2	Alta	4
> 4,2 até 5	Muito alta	5

(e) Conhecidos os valores finais do parâmetro cobertura do solo de cada unidade hidrográfica (última coluna da **tabela 35**), pode-se enquadrá-las na respectiva escala de vulnerabilidade, segundo os intervalos apresentados na **tabela 36**, identificando-se sua vulnerabilidade à erosão superficial, segundo o parâmetro cobertura do solo, como mostrado na **tabela 37**.

**Tabela 37 – Vulnerabilidade à erosão superficial das unidades hidrográficas da BCRC, segundo o parâmetro cobertura do solo**

Unidades hidrográficas	Escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à erosão superficial
B 01	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 02	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 03	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 04	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 05	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 06	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 07	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 08	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BE 09	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 10	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 11	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 12	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 13	<b>4</b>	<b>Alta</b>

A análise da **tabela 37** revela que, considerando-se isoladamente o parâmetro cobertura do solo, as unidades hidrográficas apresentam, em geral, média vulnerabilidade à ação erosiva superficial, basicamente em razão da grande presença de pastos, que conferem baixa proteção aos solos.

A unidade hidrográfica BE 08 apresentou baixa vulnerabilidade, o que se deve à expressiva presença de florestas (**Tabela 34, p.161**), que ocupam 56,51% de sua área, conferindo maior proteção e menor vulnerabilidade à erosão superficial.

A unidade hidrográfica BE 13 apresenta alta vulnerabilidade à erosão superficial, segundo o parâmetro cobertura do solo, o que é explicado pela pequena presença de matas (20,4%), grandes áreas de pastos (74,8%) e presença de solo exposto (4,1%) (**Tabela 34, p.161**).

### 5.1.3 – Erodibilidade dos solos

De acordo com suas características, de textura, estrutura, permeabilidade, propriedades físicas, químicas e biológicas, profundidade/espessura dos horizontes superficiais etc., cada tipo de solo se mostra mais ou menos suscetível à ação erosiva desencadeada pelas chuvas. Solos com maior permeabilidade, por exemplo, facilitam a infiltração e a absorção da água da chuva, reduzindo o escoamento superficial. Solos rasos permitem rápida saturação dos horizontes superiores, favorecendo o desenvolvimento de enxurradas (SALOMÃO, 2012:234/235).

Em quase todos os estudos sobre a vulnerabilidade ambiental de uma área, a erodibilidade dos solos é adotada como parâmetro de grande importância para o entendimento dos processos erosivos. Muitos trabalhos (ROSS, 1994:68; CREPANI et al., 2001:86/87; BIANCHINI, ALMEIDA & GANDARA, 2003:346; SOUZA et al., 2005:140; SALOMÃO, 2012:239) tentam hierarquizar a erodibilidade dos solos, estabelecendo uma escala de vulnerabilidade segundo os diferentes tipos.

Com base nos trabalhos de Ross (1994:68), Crepani et al. (2001:86/87) e Salomão (2012:239) foi estabelecida uma escala de vulnerabilidade para os solos da BCRCO, segundo sua erodibilidade, com valores de 1 a 5, respectivamente, para a menor e para a maior vulnerabilidade à erosão superficial (**Tabela 38**).

Destaca-se, contudo, como observado por Araújo, Almeida & Guerra (2007:83), que “não existe nenhum índice de erodibilidade simples e universalmente aceito para todos os tipos de solo”. Aos latossolos, por exemplo, geralmente são atribuídos valores compatíveis com os da classe de baixa vulnerabilidade (CREPANI et al., 2001:86; SALOMÃO, 2012:239). Ross (1994:68) estabelece para eles, um

enquadramento nas classes de muito baixa a média fragilidade, mas observa que o escoamento concentrado faz um trabalho muito mais agressivo nos latossolos de textura média e média/argilosa, do que nos solos mais argilosos e até mesmo mais rasos, como cambissolos.

No caso da BCRCD, é exatamente na área de domínio dos latossolos que se observa o maior número de casos de erosão superficial. Em trabalho sobre a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, a EPE/Sondotécnica (2007:251) classificou as unidades de mapeamento com presença dominante dos latossolos, como de moderada a forte suscetibilidade à erosão, parecendo ser este um enquadramento mais apropriado para a realidade local.

**Tabela 38 – Escala de vulnerabilidade segundo o parâmetro erodibilidade dos solos (1)**

Tipos de solo	Vulnerabilidade à erosão superficial	Escala de vulnerabilidade
Afloramento rochoso	Muito baixa	1
	Baixa	2
Latossolos (Amarelo e Vermelho-amarelo)	Média	3
Cambissolos	Alta	4
Neossolos litólicos	Muito alta	5

Para estabelecer a vulnerabilidade de cada unidade hidrográfica da BCRCD, segundo o parâmetro erodibilidade dos solos, foi utilizado o mesmo procedimento adotado nos parâmetros anteriores.

(a) Foi estabelecida uma escala de vulnerabilidade, variável de 1 (muito baixa) a 5 (muito alta), de acordo com os diferentes tipos de solo que compõem as diferentes unidades de mapeamento da bacia (**Tabela 38**); estes valores da escala vão funcionar como “pesos”, a serem atribuídos aos diferentes trechos de cada unidade hidrográfica, segundo os tipos de solo presentes;

(b) Com base no diagnóstico físico-ambiental (**Item 3.3, p.72/Quadro 3, p.73/Figura 13, p.74**) foram identificadas as unidades de mapeamento de solos presentes em cada unidade hidrográfica (**Tabela 39**), bem como os tipos de solos, em km<sup>2</sup>,

segundo o percentual que representam em cada unidade de mapeamento (**Tabela 40**);

**Tabela 39 – Unidades de mapeamento de solos presentes na BCRCO, por unidade hidrográfica, em km<sup>2</sup>**

Unidades hidrográficas	Unidades de mapeamento de solos da BCRCO (em km <sup>2</sup> )			Área da UH* (km <sup>2</sup> )
	LVA <sub>d59</sub>	LAd <sub>4</sub>	CH <sub>d7</sub>	
B 01	---	---	4,69	4,69
BD 02	3,80	---	8,49	12,29
BD 03	18,93	---	2,98	21,91
BD 04	23,71	---	1,13	24,84
BD 05	46,31	13,58	4,67	64,56
BD 06	6,31	19,02	---	25,33
BD 07	10,82	18,63	---	29,45
BE 08	---	---	10,67	10,67
BE 09	11,30	0,37	12,69	24,36
BE 10	10,33	7,12	2,65	20,10
BE 11	25,17	11,15	---	36,32
BE 12	10,12	15,25	---	25,37
BE 13	6,56	---	---	6,56

(\*) excluída a área ocupada pela represa

**Tabela 40 – Tipos de solos presentes nas unidades hidrográficas da BCRCO, segundo as unidades de mapeamento, em km<sup>2</sup> (2)**

UH	LVA <sub>d59</sub>			LAd <sub>4</sub>			CH <sub>d7</sub>			
	LVA	LA	C	LA	LVA	C	C	LA	N	AF
	60%	20%	20%	40%	40%	20%	60%	20%	10%	10%
B 01	---	---	---	---	---	---	2,81	0,94	0,47	0,47
BD 02	2,28	0,76	0,76	---	---	---	5,09	1,70	0,85	0,85
BD 03	11,35	3,79	3,79	---	---	---	1,79	0,59	0,30	0,30
BD 04	14,23	4,74	4,74	---	---	---	0,68	0,23	0,11	0,11
BD 05	27,79	9,26	9,26	5,43	5,43	2,72	2,79	0,93	0,47	0,47
BD 06	3,79	1,26	1,26	7,61	7,61	3,80	---	---	---	---
BD 07	6,50	2,16	2,16	7,45	7,45	3,73	---	---	---	---
BE 08	---	---	---	---	---	---	6,40	2,13	1,07	1,07
BE 09	6,78	2,26	2,26	0,15	0,15	0,07	7,61	2,54	1,27	1,27
BE 10	6,19	2,07	2,07	2,85	2,85	1,42	1,60	0,53	0,26	0,26
BE 11	15,11	5,03	5,03	4,46	4,46	2,23	---	---	---	---
BE 12	6,08	2,02	2,02	6,10	6,10	3,05	---	---	---	---
BE 13	3,94	1,31	1,31	---	---	---	---	---	---	---

LVA (Latossolo vermelho-amarelo); LA (Latossolo Amarelo); C (Cambissolo); N (Neossolo lítico); AF (Afloramento rochoso);

(c) Aplicam-se os “pesos” da escala de vulnerabilidade (de 1 a 5), para cada parte da unidade hidrográfica abrangida pelo respectivo tipo de solo, multiplicando-se os valores das **tabelas 38 (1) e 40 (2)**, determinando-se assim a área corrigida, que dividida pela área da unidade hidrográfica, resulta no seu enquadramento num dos valores da escala de vulnerabilidade (**Tabela 41**);

**Tabela 41 – Aplicação dos pesos da escala de vulnerabilidade às unidades hidrográficas, segundo seus diferentes tipos de solos – (1) x (2)**

UH	LVAd59			LAd4			CHd7				Área corrigida (em km <sup>2</sup> )	Área corrigida ÷ área da UH
	LVA	LA	C	LA	LVA	C	C	LA	N	AF		
	60%	20%	20%	40%	40%	20%	60%	20%	10%	10%		
Peso 3	Peso 3	Peso 4	Peso 3	Peso 3	Peso 4	Peso 4	Peso 3	Peso 5	Peso 1			
B 01	---	---	---	---	---	---	11,24	2,82	2,35	0,47	16,88	<b>3,60</b>
BD 02	6,84	2,28	3,04	---	---	---	20,36	5,10	4,25	0,85	42,72	<b>3,48</b>
BD 03	34,05	11,37	15,16	---	---	---	7,16	1,77	1,50	0,30	71,31	<b>3,26</b>
BD 04	42,69	14,22	18,96	---	---	---	2,72	0,69	0,55	0,11	79,94	<b>3,22</b>
BD 05	83,37	27,78	37,04	16,29	16,29	10,88	11,16	2,79	2,35	0,47	208,42	<b>3,23</b>
BD 06	11,37	3,78	5,04	22,83	22,83	15,20	---	---	---	---	81,05	<b>3,20</b>
BD 07	19,50	6,48	8,64	22,35	22,35	14,92	---	---	---	---	94,24	<b>3,20</b>
BE 08	---	---	---	---	---	---	25,60	6,39	5,35	1,07	38,41	<b>3,60</b>
BE 09	20,34	6,78	9,04	0,45	0,45	0,28	30,44	7,62	6,35	1,27	83,02	<b>3,41</b>
BE 10	18,57	6,21	8,28	8,55	8,55	5,68	6,40	1,59	1,30	0,26	65,39	<b>3,25</b>
BE 11	45,33	15,09	20,12	13,38	13,38	8,92	---	---	---	---	116,22	<b>3,20</b>
BE 12	18,24	6,06	8,08	18,30	18,30	12,20	---	---	---	---	81,18	<b>3,20</b>
BE 13	11,82	3,93	5,24	---	---	---	---	---	---	---	20,99	<b>3,20</b>

(d) A vulnerabilidade da unidade hidrográfica, segundo o parâmetro erodibilidade dos solos, corresponde ao valor resultante da relação entre a área corrigida e a área da unidade hidrográfica (última coluna da **tabela 41**); daí, pode-se fazer o enquadramento desse valor na escala de vulnerabilidade, que varia de 1, menor vulnerabilidade (unidades hidrográficas que apresentam a totalidade de seus solos incluídos na classe de muito baixa vulnerabilidade), até 5, maior vulnerabilidade (para unidades hidrográficas com a totalidade de seus solos incluídos na classe de muito alta vulnerabilidade). O intervalo de domínio de cada classe de vulnerabilidade é dado pela relação: maior valor de vulnerabilidade (5) – menor valor de vulnerabilidade (1) ÷ número de classes (5) = 0,8 (intervalo de domínio de cada classe), como mostrado na **tabela 42**.

**Tabela 42 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, segundo o parâmetro erodibilidade dos solos**

Intervalos da escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à erosão superficial	Escala de vulnerabilidade
Valores entre 1 e 1,8	Muito baixa	1
> 1,8 até 2,6	Baixa	2
> 2,6 até 3,4	Média	3
> 3,4 até 4,2	Alta	4
> 4,2 até 5	Muito alta	5

(e) Conhecidos os valores finais do parâmetro erodibilidade, de cada unidade hidrográfica (última coluna da **tabela 41**) pode-se enquadrá-las na escala de vulnerabilidade, segundo os intervalos da **tabela 42**, identificando-se sua vulnerabilidade à erosão superficial, segundo o parâmetro erodibilidade dos solos (**Tabela 43**).

**Tabela 43 – Vulnerabilidade à erosão superficial das unidades hidrográficas da BCRC, segundo o parâmetro erodibilidade do solo**

Unidades hidrográficas	Escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à erosão superficial
B 01	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BD 02	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BD 03	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 04	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 05	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 06	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 07	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 08	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BE 09	<b>4</b>	<b>Alta</b>
BE 10	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 11	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 12	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 13	<b>3</b>	<b>Média</b>

Como se pode observar (**Tabela 43**), considerando-se somente o parâmetro erodibilidade dos solos, todas as unidades hidrográficas são caracterizadas como de média a alta vulnerabilidade. As unidades B 01, BD 02, BE 08 e BE 09 apresentam Alta vulnerabilidade à erosão superficial. Ocupam áreas no noroeste da bacia, onde prevalece a unidade de mapeamento CHd7 (**Tabela 39, p.166**), composta por cambissolos e neossolos litólicos, mais susceptíveis à ação de processos erosivos.

#### 5.1.4 – Síntese do zoneamento físico-ambiental

Procedeu-se ao somatório dos valores de vulnerabilidade atribuídos a cada um dos 3 parâmetros (**Tabelas 32, p.159; 37, p. 163 e 43, p.168**), o que permitiu classificar as unidades hidrográficas, segundo sua vulnerabilidade à erosão superficial (**Tabela 44**).

**Tabela 44 – Somatório dos valores de vulnerabilidade à erosão superficial hídrica, por unidades hidrográficas da BCRC**

UH	Parâmetros de vulnerabilidade			Somatório
	Declividades	Cobertura do solo	Erodibilidade dos solos	
B 01	3	3	4	10
BD 02	4	3	4	11
BD 03	4	3	3	10
BD 04	4	3	3	10
BD 05	4	3	3	10
BD 06	4	3	3	10
BD 07	4	3	3	10
BE 08	4	2	4	10
BE 09	4	3	4	11
BE 10	4	3	3	10
BE 11	4	3	3	10
BE 12	4	3	3	10
BE 13	4	4	3	11

As unidades hidrográficas foram classificadas em uma das 5 classes finais de vulnerabilidade: Muito baixa (MB), Baixa (B), Média (M), Alta (A) e Muito Alta (MA); o intervalo de domínio de cada classe foi obtido com base na amplitude dos valores extremos, ou seja, entre o mínimo valor possível de ser obtido, 3, somatório de todos os valores mínimos, 1, em cada um dos parâmetros avaliados (situação que representa a menor vulnerabilidade da unidade hidrográfica à ocorrência de erosão superficial) e o valor máximo possível de ser obtido, 15, somatório de todos os valores máximos, 5, em cada um dos 3 parâmetros (situação que representa a máxima vulnerabilidade à erosão superficial). Assim,  $15 - 3 \div 5$  (número de classes), 2,4, que corresponde ao intervalo de domínio de cada classe (**Tabela 45**).

**Tabela 45 – Intervalos de domínio das classes finais de vulnerabilidade à erosão superficial**

Intervalos da escala final de vulnerabilidade	Classes de vulnerabilidade
Entre 3 e 5,4	Muito baixa
> 5,4 até 7,8	Baixa
> 7,8 até 10,2	Média
> 10,2 até 12,6	Alta
> 12,6 até 15	Muito alta

Por último, o somatório dos valores de cada parâmetro (última coluna da **tabela 44**) foi atribuído às unidades hidrográficas, sendo possível enquadrá-las e hierarquizá-las, segundo a classificação adotada para identificar sua vulnerabilidade à erosão superficial, como apresentado na **tabela 46** e na **figura 45**.

**Tabela 46 – Classificação final das unidades hidrográficas da BCRCO, segundo sua vulnerabilidade à erosão superficial**

Unidades hidrográficas	Classificação final de vulnerabilidade à erosão superficial
B 01	<b>Média</b>
BD 02	<b>Alta</b>
BD 03	<b>Média</b>
BD 04	<b>Média</b>
BD 05	<b>Média</b>
BD 06	<b>Média</b>
BD 07	<b>Média</b>
BE 08	<b>Média</b>
BE 09	<b>Alta</b>
BE 10	<b>Média</b>
BE 11	<b>Média</b>
BE 12	<b>Média</b>
BE 13	<b>Alta</b>

De maneira geral pode-se observar a situação preocupante de todas as unidades hidrográficas da bacia com relação ao desenvolvimento de processos erosivos. Mesmo contando com baixa densidade de ocupação (pequena população e baixa densidade demográfica), com o desenvolvimento de usos tipicamente rurais e com importante presença de matas, as unidades se colocaram nas categorias de Média e Alta vulnerabilidade à erosão superficial.

Esta situação remete tanto à necessidade de ordenar sua futura ocupação, através de uma política de gestão, quanto à inerente característica de fragilidade

natural desse ambiente, que conjuga grandes declividades, substituição de matas por pastagens empobrecidas, presença de relevo acidentado e solos facilmente erodíveis, tudo isso submetido a elevado e concentrado índice pluviométrico anual.

A categoria de Média vulnerabilidade concentra a maior parte das unidades hidrográficas, mas como pode ser observado nas **tabelas 44 e 45**, estas unidades estão muito próximas ao limite com a classe de Alta vulnerabilidade.

Na BCRCO, o parâmetro mais importante na definição da vulnerabilidade parece ser a cobertura do solo, relacionada à presença da sociedade e suas atividades (silvicultura, abertura de estradas, criação de gado, queimadas etc.), maior responsável pelas áreas com processo erosivo, independentemente do tipo de solo ou das declividades da área. Foram exatamente os valores obtidos nesse parâmetro que impediram que estas unidades fossem enquadradas na classe de Alta vulnerabilidade. Por isso, o avanço de atividades, como a silvicultura, sobretudo com o cultivo do eucalipto, deve merecer atenção especial, pois embora represente uma forma importante de atividade econômica local, acaba por substituir matas, impactando negativamente na proteção conferida aos solos.

A categoria de Alta vulnerabilidade concentra três unidades hidrográficas: a BE 13, uma das menores unidades, localizada ao sul, no município de Ewbank da Câmara, próxima à barragem, e que deve esse enquadramento à cobertura de suas terras, pois 74,8% são ocupadas por pasto, que na região é sinônimo de vegetação pobre, rala, baixa, suscetível ao pisoteio do gado, à falta de manejo e às queimadas.

As unidades hidrográficas BD 02, BE 09 são contíguas, localizadas no noroeste da bacia, no município de Antônio Carlos. Devem seu enquadramento aos valores mais elevados da declividade e da erodibilidade dos solos. O intervalo de 20% a 45% de declividade responde por 46,3% da área da BD 02 e por 54,6% da BE 09, resultado de formas de relevo abruptas, como serras e montanhas; essas unidades hidrográficas são constituídas, em sua maior parte, pela unidade de mapeamento CHd7, onde prevalecem os cambissolos, mais vulneráveis à erosão superficial.

As unidades hidrográficas de Alta vulnerabilidade devem merecer prioridade quando da execução de ações de conservação e recuperação, especialmente aquelas destinadas ao controle preventivo e corretivo dos processos de erosão superficial, assim como devem merecer medidas especiais de controle do seu futuro processo de ocupação.

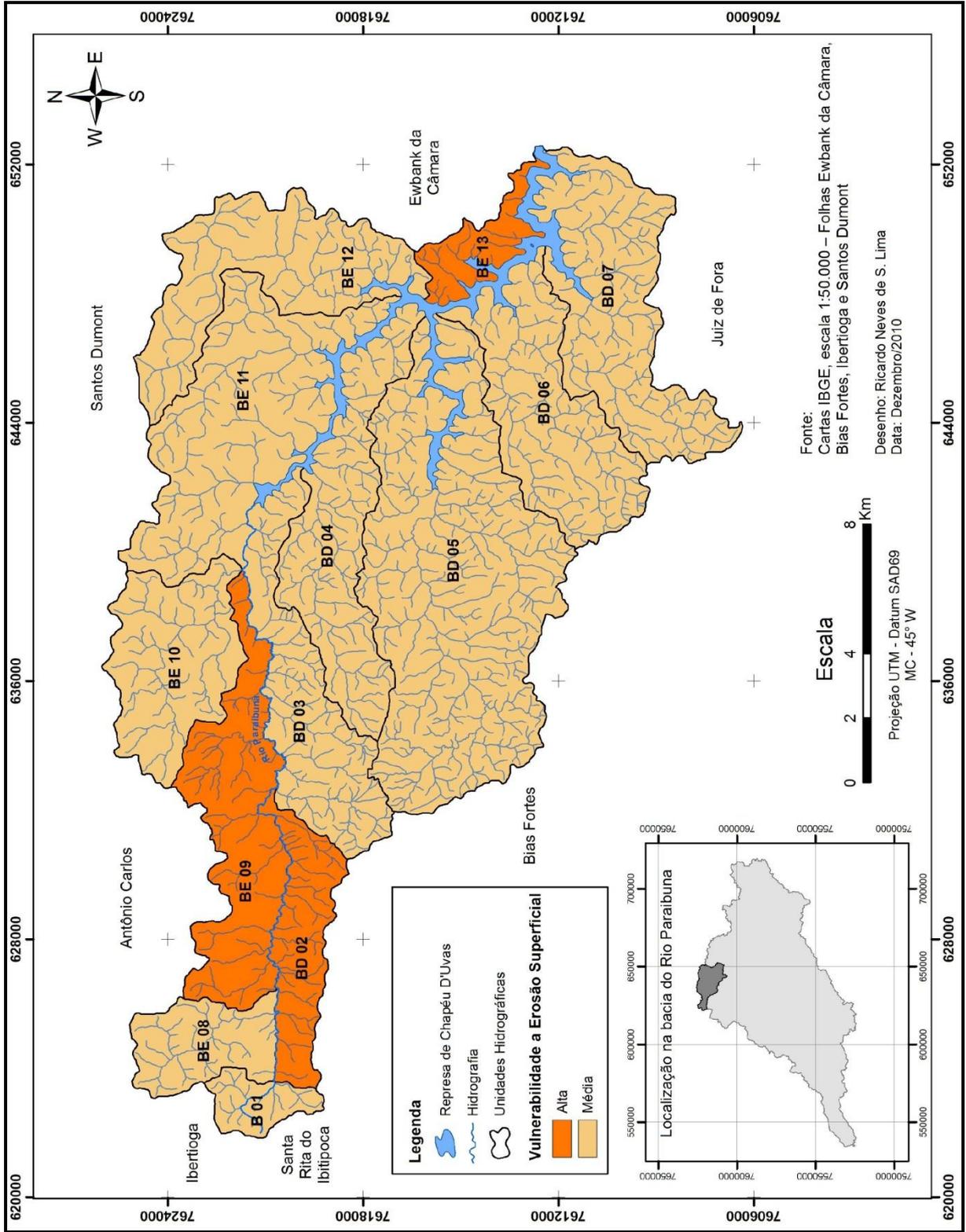


Figura 45 – Zoneamento físico-ambiental da BCRCD

## 5.2 – Zoneamento socioeconômico da BCRCD

Para que se proceda ao ordenamento territorial de uma bacia hidrográfica é importante que se conheça as implicações decorrentes das intervenções humanas, cada vez mais significativas em relação às condições naturais. Além do ambiente físico, o estudo do meio social torna-se parte fundamental no entendimento dos processos que ocorrem e caracterizam a dinâmica de uma bacia, pois ao se apropriar do território e de seus recursos, o homem causa grandes alterações, imprimindo um ritmo muito mais intenso do que aquele que normalmente a natureza imprimiria, sendo, por isso, imprescindível a análise das relações socioeconômicas entre os homens e destes com a natureza (ROSS, 1994).

Noutras palavras, não podemos deixar de considerar a nós mesmos, nossas atitudes e nossas ações transformadoras. Como sintetizado por Sack (1997:01), na primeira frase de sua obra, “nós, humanos, somos seres geográficos transformando a terra e transformando-a numa casa, e este mundo transformado afeta quem nós somos. Nossa natureza geográfica molda nosso mundo e a nós mesmos”.

Se a avaliação de parâmetros físicos permitiu estabelecer o zoneamento físico-ambiental, reconhecendo as unidades hidrográficas mais vulneráveis à erosão superficial, o estudo das variáveis demográficas permite estabelecer o zoneamento socioeconômico, que busca reconhecer as mais vulneráveis à ação da sociedade.

Os parâmetros utilizados para avaliar a vulnerabilidade socioeconômica da BCRCD foram escolhidos por encerrarem uma capacidade potencial de contribuir com a degradação da qualidade das águas da Represa de Chapéu D’Uvas. Foram eleitos os parâmetros densidade de vias, população total residente e densidade demográfica, avaliados por unidades hidrográficas.

O objetivo desse zoneamento é identificar e apresentar cartograficamente as unidades hidrográficas mais vulneráveis às ações humanas e que representam, em razão de sua presença e/ou de suas atividades, maior probabilidade de impactar negativamente a qualidade das águas da represa.

Diferentemente do zoneamento físico-ambiental, onde existem índices balizadores, os parâmetros aqui adotados têm importância local, e como não há índices de referência, a importância relativa de cada um deles é avaliada entre as próprias unidades hidrográficas.

Para cada parâmetro foram atribuídas valores, de 1 a 5, respectivamente para as melhores e piores condições de cada um deles, em cada unidade hidrográfica (maior ou menor população, densidade demográfica ou densidade de vias). Ao final desse processo, procedeu-se ao somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro, o que permitiu conhecer as condições de vulnerabilidade socioeconômica de cada unidade da bacia. O menor valor possível de ser obtido é 3 (somatório de todos os valores mínimos, iguais a 1), situação que representa a menor vulnerabilidade da unidade hidrográfica, ou seja, seu menor potencial de degradar a qualidade das águas da represa. Da mesma maneira, o maior valor possível de ser obtido é 15 (somatório de todos os valores máximos, 5, em cada um dos 3 parâmetros), o que representa a situação de máxima vulnerabilidade.

Finalmente, as unidades hidrográficas foram agrupadas em uma das 5 classes possíveis de vulnerabilidade: Muito baixa (MB), Baixa (B), Média (M), Alta (A) e Muito Alta (MA), culminando com a representação cartográfica desse enquadramento. Os cálculos realizados para cada parâmetro são a seguir apresentados.

### **5.2.1 – População total residente e densidade demográfica**

Esses parâmetros referem-se à população total e à densidade demográfica, por unidade hidrográfica, segundo dados do Censo Demográfico de 2010.

Orea (2008:329/330) destaca que a população total existente e a densidade demográfica estão entre as informações que devem ser objeto de investigação no processo de ordenamento territorial, pois entende o autor, que a população é o elemento ativo, atuando mediante as atividades de produção, consumo e relação social, sendo o agente fundamental, pois adapta o meio físico para localizar suas atividades, toma seus recursos para transformá-los em seu próprio benefício e incorpora os resíduos ou produtos não desejados.

A premissa básica é a de que a população da bacia gera efluentes, que têm como destino final a Represa de Chapéu D'Uvas. Como estes esgotos não sofrem nenhum processo de prévio tratamento, sua introdução na represa ou em um de seus contribuintes, implica na redução da qualidade das águas, que futuramente se destinarão ao abastecimento humano.

A introdução de esgotos orgânicos implica no aumento da oferta de nutrientes à água, especialmente nitrogênio e fósforo, resultando no consumo do oxigênio dissolvido (OD), no aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e no processo de eutrofização, o que potencializa a proliferação de macrófitas (hoje, ausentes na represa) e a criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento das cianobactérias. Dessa maneira, quanto maior a população, maior a geração de efluentes e, maior a vulnerabilidade da unidade hidrográfica.

Somente o dado isolado da população total, em cada unidade hidrográfica, pode distorcer a realidade, visto que cada unidade abrange uma área diferente, tem uma localização diferente em relação à represa e uma vazão diferente de seus cursos d'água, o que implica em maior ou menor capacidade de assimilação e diluição dos efluentes, sendo também necessária a investigação da densidade demográfica de cada unidade, parâmetro importante para avaliar a situação descrita.

Para estimar a população total e a respectiva densidade demográfica de cada unidade hidrográfica (**Tabela 47**) foram utilizados os dados censitários do IBGE, dos três municípios formadores da bacia, relativos ao Censo 2010 (disponíveis em <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores>), imagens do Google Earth e trabalhos de campo, com o objetivo de conferir e balizar os resultados, seguindo procedimento idêntico àquele utilizado para estimar a população total da bacia, apresentado no **Item 4.1.1 (p.110)**.

**Tabela 47 – População total residente e densidade demográfica da BCRC, por unidade hidrográfica, em 2010**

Unidades hidrográficas	População total	Área (em km <sup>2</sup> )	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
B 01	52	4,69	11,09
BD 02	11	12,29	0,90
BD 03	92	21,91	4,20
BD 04	229	25,49	8,99
BD 05	173	65,82	2,63
BD 06	41	26,19	1,57
BD 07	52	30,75	1,69
BE 08	76	10,67	7,12
BE 09	62	24,36	2,55
BE 10	79	20,10	3,93
BE 11	749	37,09	20,19
BE 12	83	25,93	3,20
BE 13	33	7,94	4,16

O parâmetro população total residente revelou valores de 11 (unidade hidrográfica com menor população e menor vulnerabilidade) a 749 (unidade hidrográfica com maior população e maior vulnerabilidade). A diferença entre esses dois valores extremos, 738, dividida por 5 classes de vulnerabilidade, apresenta intervalos de 147,6 entre classes, como apresentado na **tabela 48**.

**Tabela 48 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, segundo o parâmetro população total residente**

Intervalos da escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à qualidade das águas	Escala de vulnerabilidade
De 11 a 158,6	Muito baixa	1
> 158,6 até 306,2	Baixa	2
> 306,2 até 453,8	Média	3
> 453,8 até 601,4	Alta	4
> 601,4 até 749	Muito alta	5

Os resultados da análise do parâmetro densidade demográfica revelaram valores de 0,90 habitantes/km<sup>2</sup> (unidade hidrográfica com menor densidade demográfica e com menor vulnerabilidade) a 20,19 habitantes/km<sup>2</sup> (unidade hidrográfica com maior densidade demográfica e maior vulnerabilidade). A diferença entre esses dois valores extremos, 19,29, dividida por 5 classes de vulnerabilidade, apresenta intervalos de 3,858 entre classes, como apresentado na **tabela 49**.

**Tabela 49 - Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, segundo o parâmetro densidade demográfica**

Intervalos da escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à qualidade das águas	Escala de vulnerabilidade
De 0,90 a 4,758	Muito baixa	1
> 4,758 até 8,616	Baixa	2
> 8,616 até 12,474	Média	3
> 12,474 até 16,332	Alta	4
> 16,332 até 20,19	Muito alta	5

Conhecidos os valores finais dos parâmetros população total e densidade demográfica, de cada unidade hidrográfica (**Tabela 47**) pode-se enquadrá-las na escala de vulnerabilidade, conforme os intervalos das **tabelas 48 e 49**, identificando-se sua vulnerabilidade segundo esses parâmetros (**Tabelas 50 e 51**).

**Tabela 50 – Vulnerabilidade das unidades hidrográficas da BCRCD, segundo o parâmetro população total residente**

UH	Escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade segundo o parâmetro população total
B 01	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 02	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 03	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 04	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BD 05	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BD 06	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 07	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 08	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 09	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 10	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 11	<b>5</b>	<b>Muito alta</b>
BE 12	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 13	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>

**Tabela 51 – Vulnerabilidade das unidades hidrográficas da BCRCD, segundo o parâmetro densidade demográfica**

UH	Escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade segundo o parâmetro densidade demográfica
B 01	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 02	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 03	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 04	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 05	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 06	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 07	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 08	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BE 09	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 10	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 11	<b>5</b>	<b>Muito alta</b>
BE 12	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 13	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>

Avaliando os dados das **tabelas 50 e 51** podem-se fazer algumas considerações. A unidade hidrográfica BE 11 foi classificada como de Muito alta vulnerabilidade, tanto para o parâmetro população total, quanto para a densidade demográfica. De fato, essa unidade tem a maior população absoluta e relativa (**Tabela 47, p.175**) entre as unidades hidrográficas, o que se deve ao fato de abrigar a maior e mais importante localidade, a nova vila de Dores de Paraibuna.

Quanto ao parâmetro população total deve-se destacar a situação oposta das demais unidades hidrográficas, que foram enquadradas nas classes Muito baixa e Baixa vulnerabilidade, em razão de possuírem pequeno número de habitantes.

Quanto ao parâmetro densidade demográfica, que envolve uma relação entre a população residente e a área da unidade hidrográfica, a situação é um pouco diferente. Além da BE 11, enquadrada como de muito Alta vulnerabilidade, foram classificadas como de Média vulnerabilidade as unidades hidrográficas B 01 e BD 04, embora isso seja explicado por situações distintas. A unidade B 01 possui pequena população, mas distribuída por uma superfície muito pequena, conferindo valores médios de densidade demográfica. A BD 04 abriga a segunda maior população absoluta entre as unidades hidrográficas, o povoado de Cachoeirinha. As demais unidades hidrográficas foram classificadas como de Baixa e Muito baixa vulnerabilidade para o parâmetro densidade demográfica, em razão de contarem com pequena população absoluta.

### 5.2.2 – Densidade de vias

A presença de vias, por si só, funciona como vetor fundamental de penetração e inserção da sociedade e de suas atividades. Assim, quanto maior a quantidade de vias, maior a possibilidade de desenvolvimento de usos e ocupação do solo, e maior a vulnerabilidade da unidade hidrográfica, o que aponta para a maior probabilidade de degradação da qualidade das águas da represa.

As vias de acesso na BCRCD implicam não só no aumento da emissão de gases poluentes e material particulado ou no risco à fauna local, mas na possibilidade de acidentes com cargas perigosas, que podem ter acesso à represa, no processo de ocupação e no incremento da atividade turística (especialmente a MG 135, que corta áreas próximas às principais nascentes do Rio Paraibuna e que passa por processo de asfaltamento e a Estrada Santos Dumont x Bias Fortes, principal corredor da bacia), constituindo importante indicador a ser observado.

Foi considerada aqui a relação entre a extensão total das vias presentes em cada unidade hidrográfica (em km) e a área de cada unidade hidrográfica (em km<sup>2</sup>), de modo que o índice reflete a relação entre vias e área de cada unidade hidrográfica, em km/km<sup>2</sup>, como apresentado na **tabela 52**.

**Tabela 52 – Densidade de vias na BCRCD, por unidade hidrográfica, em km/km<sup>2</sup>**

Unidades hidrográficas	Extensão total de vias (km)	Área da unidade hidrográfica (km <sup>2</sup> )	Densidade de vias (km/km <sup>2</sup> )
B 01	10,30	4,69	2,20
BD 02	13,18	12,29	1,07
BD 03	24,80	21,91	1,13
BD 04	34,42	25,49	1,35
BD 05	63,91	65,82	0,97
BD 06	25,96	26,19	0,99
BD 07	36,33	30,75	1,18
BE 08	13,76	10,67	1,29
BE 09	24,60	24,36	1,01
BE 10	31,01	20,10	1,54
BE 11	43,31	37,09	1,17
BE 12	41,90	25,93	1,62
BE 13	6,20	7,94	0,78

Os resultados da análise da densidade de vias revelaram valores que variam de 2,20 km/km<sup>2</sup> (unidade hidrográfica com maior vulnerabilidade) a 0,78 km/km<sup>2</sup> (unidade hidrográfica com menor vulnerabilidade). A diferença entre esses dois valores extremos, 1,42, dividida por 5 classes de vulnerabilidade, apresenta intervalos de 0,284 entre classes, como apresentado na **tabela 53**.

**Tabela 53 – Intervalos de domínio das classes de vulnerabilidade, segundo o parâmetro densidade de vias**

Intervalos da escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade à qualidade das águas	Escala de vulnerabilidade
De 0,78 e 1,064	Muito baixa	1
> 1,064 até 1,348	Baixa	2
> 1,348 até 1,632	Média	3
> 1,632 até 1,916	Alta	4
> 1,916 até 2,2	Muito alta	5

Conhecidos os valores finais do parâmetro densidade de vias, de cada unidade hidrográfica (ultima coluna da **tabela 52**), pode-se enquadrá-las na escala de vulnerabilidade, conforme os intervalos da **tabela 53**, identificando-se sua vulnerabilidade segundo esse parâmetro (**Tabela 54**).

**Tabela 54 – Vulnerabilidade das unidades hidrográficas da BCRCD, segundo o parâmetro densidade de vias**

Unidades hidrográficas	Escala de vulnerabilidade	Vulnerabilidade segundo o parâmetro densidade de vias
B 01	<b>5</b>	<b>Alta</b>
BD 02	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BD 03	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BD 04	<b>3</b>	<b>Média</b>
BD 05	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 06	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BD 07	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BE 08	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BE 09	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>
BE 10	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 11	<b>2</b>	<b>Baixa</b>
BE 12	<b>3</b>	<b>Média</b>
BE 13	<b>1</b>	<b>Muito baixa</b>

A **tabela 54** apresenta a classificação das unidades hidrográficas da bacia, segundo a relação estabelecida entre sua área e a extensão de suas vias. Nesse caso, algumas observações se tornam importantes. A unidade hidrográfica B 01 apresenta a maior vulnerabilidade em relação a este parâmetro, o que não decorre da grande extensão das vias presentes nessa unidade, mas de sua pequena área. Mais importante ainda é o aspecto qualitativo que cerca essa análise. Essa unidade é cortada pela Rodovia MG 135, que liga as cidades de Bias Fortes e Barbacena e que vem passando por processo de asfaltamento. Deve se transformar na principal via da bacia e, sendo assim, poderá transformar esta unidade hidrográfica, que abriga as nascentes do Rio Paraibuna, numa das mais vulneráveis à ocupação, ao desenvolvimento do turismo e aos acidentes com cargas perigosas.

As unidades BE 10, BE 12 e BD 04 foram classificadas como de Média vulnerabilidade, o que se deve não à pequena extensão de vias, mas à grande área dessas unidades. A BD 04 e a BE 12 são cortadas pela estrada Santos Dumont x Bias Fortes, principal artéria atual da bacia, apesar das péssimas condições de tráfego. A BE 10 abriga outro vetor de expansão, que liga a localidade de Passa três ao bairro Mantiqueira e daí, pela Rodovia 499, até a cidade de Santos Dumont.

Entre as demais unidades hidrográficas, classificadas como Baixa e Muito baixa vulnerabilidade para este parâmetro, merecem observações a unidade BE 13, que mostrou a menor densidade de vias e a BD 05. A unidade BE 13 localiza-se no

município de Ewbank da Câmara, em área de difícil acesso, abrigando a menor extensão de vias entre todas as unidades. Diferente da BD 05, que embora tenha sido classificada como de Baixa vulnerabilidade, apresenta a maior extensão de vias (63,91km) entre todas as unidades, valor que é encoberto em razão de sua grande área, também maior entre as unidades da bacia (**Tabela 52**).

### 5.2.3 – Síntese do zoneamento socioeconômico

Procedeu-se ao somatório dos valores de vulnerabilidade atribuídos a cada um dos 3 parâmetros, o que permitiu classificar cada unidade hidrográfica, segundo sua vulnerabilidade de degradar a qualidade das águas da represa (**Tabela 55**).

**Tabela 55 – Somatório dos valores de vulnerabilidade socioeconômica, por unidades hidrográficas da BCRC**

Unidades hidrográficas	Parâmetros de vulnerabilidade			Somatório
	Densidade de vias	População total residente	Densidade demográfica	
B 01	5	1	3	9
BD 02	2	1	1	4
BD 03	2	1	1	4
BD 04	3	2	3	8
BD 05	1	2	1	4
BD 06	1	1	1	3
BD 07	2	1	1	4
BE 08	2	1	2	5
BE 09	1	1	1	3
BE 10	3	1	1	5
BE 11	2	5	5	12
BE 12	3	1	1	5
BE 13	1	1	1	3

As unidades hidrográficas foram classificadas em uma das 5 classes finais de vulnerabilidade: Muito baixa (MB), Baixa (B), Média (M), Alta (A) e Muito Alta (MA); o intervalo de domínio de cada classe foi obtido pela amplitude dos valores, entre o mínimo possível, 3, somatório de todos os valores mínimos, 1, em cada um dos três parâmetros (situação de menor vulnerabilidade) e o valor máximo, 15, somatório de todos os valores máximos, 5, em cada parâmetro (que representa a máxima vulnerabilidade da unidade em degradar a qualidade das águas da represa). Assim,  $15 - 3 \div 5$  (classes), 2,4, intervalo de domínio de cada classe (**Tabela 56**).

**Tabela 56 – Intervalos de domínio das classes finais de vulnerabilidade socioeconômica**

Intervalos da escala final de vulnerabilidade	Classes de vulnerabilidade
Entre 3 e 5,4	Muito baixa
> 5,4 até 7,8	Baixa
> 7,8 até 10,2	Média
> 10,2 até 12,6	Alta
> 12,6 até 15	Muito alta

Por fim, o somatório dos valores de cada parâmetro (última coluna da **tabela 55**) foi atribuído às unidades hidrográficas, sendo possível enquadrá-las, segundo a classificação adotada para identificar sua vulnerabilidade (**Tabela 57** e **Figura 46**).

**Tabela 57 – Classificação final das unidades hidrográficas da BCRCO, segundo sua vulnerabilidade à degradação das águas da represa**

Unidades hidrográficas	Classificação final de vulnerabilidade à degradação da qualidade das águas
<b>B 01</b>	<b>Média</b>
<b>BD 02</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BD 03</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BD 04</b>	<b>Média</b>
<b>BD 05</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BD 06</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BD 07</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BE 08</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BE 09</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BE 10</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BE 11</b>	<b>Alta</b>
<b>BE 12</b>	<b>Muito baixa</b>
<b>BE 13</b>	<b>Muito baixa</b>

Os resultados finais permitem algumas considerações. A maioria das UH foi classificada como de Muito baixa vulnerabilidade à degradação da qualidade das águas, o que se explica pela pequena população, baixa densidade demográfica e pela baixa densidade de vias. As unidades hidrográficas B 01 e BD 04 foram classificadas como de Média vulnerabilidade, o que implica num resultado não previamente esperado, tendo em vista a condição geral da bacia, de características tipicamente rurais e com reduzido número de habitantes.

Situação que merece maior consideração é a apresentada pela BE 11, unidade integralmente localizada no município de Santos Dumont e que está

enquadrada na categoria de Alta vulnerabilidade, próxima do limite com a classe de Muito Alta vulnerabilidade. Ela concentra a maior parte da população da bacia, 749 habitantes, o que representa 43,2% da população total, com destaque para a vila de Nova Dores do Paraibuna, com 607 moradores. Além da maior densidade demográfica, possui a segunda maior extensão de vias, ou seja, seus indicadores são localmente expressivos, devendo merecer esta unidade, atenção prioritária quando da efetivação da gestão da bacia.

Conjugando o resultado dos dois zoneamentos, tem-se a combinação apresentada na **tabela 58**.

**Tabela 58 – Classificação das unidades hidrográficas segundo os resultados dos zoneamentos físico-ambiental e socioeconômico**

Unidades hidrográficas	Enquadramento final por zoneamento	
	Físico-ambiental	Socioeconômico
B 01	Média	Média
BD 02	Alta	Muito baixa
BD 03	Média	Muito baixa
BD 04	Média	Média
BD 05	Média	Muito baixa
BD 06	Média	Muito baixa
BD 07	Média	Muito baixa
BE 08	Média	Muito baixa
BE 09	Alta	Muito baixa
BE 10	Média	Muito baixa
BE 11	Média	Alta
BE 12	Média	Muito baixa
BE 13	Alta	Muito baixa

Embora existam diferentes combinações de resultados, duas delas merecem destaque. As unidades hidrográficas B 01 e BD 04 formam um grupo que combina Médias vulnerabilidades nos dois zoneamentos, devendo merecer prioridade nas ações de ocupação, parcelamento e desenvolvimento de usos e atividades econômicas, bem como nas ações de prevenção e recuperação ambiental. Obviamente, que a unidade hidrográfica BE 11, merece atenção especial, pois conjuga Média vulnerabilidade físico-ambiental com Alta vulnerabilidade socioeconômica, o que implica dizer que ela coloca em risco tanto a qualidade das águas da represa, quanto sua quantidade.

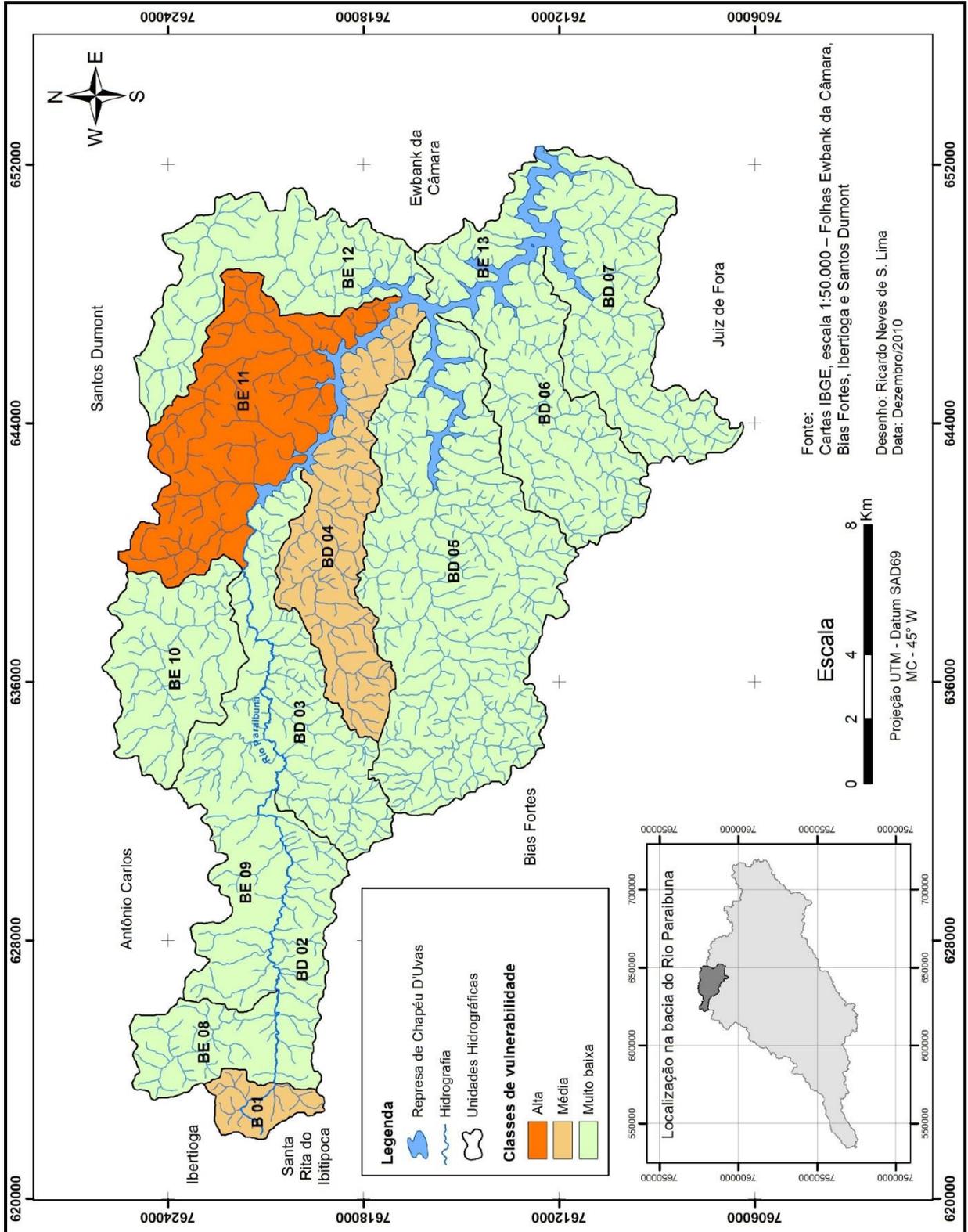


Figura 46 – Zoneamento socioeconômico da BCRCD

## CAPÍTULO 6

### PROPOSIÇÕES PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL

Esse capítulo apresenta e discute um conjunto de idéias e proposições com vistas a subsidiar a futura e necessária gestão da BCRC, de modo a garantir a melhor, mais ampla e mais longa utilização de seus recursos, especialmente os hídricos. Embora seja uma tarefa multiprofissional, multidisciplinar e multimetodológica torna-se um exercício estimulante em meio ao solitário ambiente de construção de uma tese.

Antes de quaisquer proposições, algumas questões precisam ser consideradas. A primeira delas refere-se ao emprego do termo ordenamento territorial. Discutir um modelo de ordenamento territorial para a bacia não significa desconsiderar e negligenciar que já exista uma ordem local própria. O ordenamento aqui discutido não guarda um sentido restrito de dirigir ordem ao território, mas sim, o sentido de debater o novo arranjo espacial que pesará sobre a bacia, em função da utilização das águas da Represa de Chapéu D'Uvas para o abastecimento.

Por isso, se torna inadiável o estabelecimento de uma política específica de ordenamento territorial da bacia, que subsidie sua gestão e que também viabilize outros usos, avaliando o que, como, onde, quando e quanto pode ser feito, bem como os instrumentos e mecanismos que poderão ser utilizados para tornar eficiente e exeqüível essa tarefa.

Outra questão refere-se ao debate sobre a múltipla utilização dos recursos da bacia, sobretudo os hídricos. Qualquer proposta de gestão ou de ordenamento territorial deve buscar compatibilizar o desenvolvimento dos diversos usos demandados, com a manutenção da qualidade das águas da represa, que serão utilizadas para o abastecimento humano, ou seja, encarar o desafio de administrar demandas variadas, usos distintos e interesses conflitantes.

Desde sua concepção, a barragem e a Represa de Chapéu D'Uvas se tornaram o centro de um importante conflito entre jusante e montante. Para Juiz de Fora, à jusante, representa a solução dos problemas de abastecimento; para os demais municípios, à montante, apenas uma grande e problemática obra. Não se

abastecem com as águas acumuladas na represa e esperam que a ocupação e a atividade turística sejam capazes de incrementar suas receitas. Atividades não desejadas por quem planeja beber dessas águas.

Nesse sentido, não há caminho que não seja o da gestão compartilhada, negociada e consorciada entre os municípios que formam a bacia de contribuição e Juiz de Fora, beneficiário iminente. Decisão tão difícil e importante quanto assumir que a unidade de ação e intervenção seja a bacia contribuinte, em sua totalidade, e não só suas águas, seus solos ou seus demais recursos.

São apresentadas e discutidas várias ações e proposições para efetivar um modelo de ordenamento territorial para a BCRCD, fundamentadas nas informações do diagnóstico ambiental (**Capítulos 3 e 4**) e do zoneamento da bacia (**Capítulo 5**), mas também em muitas entrevistas e trabalhos de campo.

## **6.1 – Organização para gestão**

Um dos maiores avanços criados pela Lei Federal Nº 9.433, de 08/01/1997, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos, foi a institucionalização dos comitês de bacia, órgãos colegiados com representação da União, Estados, Municípios, usuários e entidades civis, que têm a atribuição de promover a gestão da respectiva bacia hidrográfica. Embora seja reconhecidamente um avanço, essa idéia ainda está em construção, com espaço para novas proposições e concepções.

O CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), que congrega 184 municípios dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, que pertencem, integral ou parcialmente à bacia, constitui oportuno exemplo. Embora seja o órgão central, sua estrutura organizacional comporta subdivisões em outros comitês (1 em São Paulo, 2 em Minas e 4 no Rio de Janeiro), com o objetivo de delegar poderes decisórios para instâncias espaciais menores.

O trecho mineiro da bacia, por exemplo, é subdividido em 2 comitês: o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Preto e Paraibuna (CBH Preto e Paraibuna ou PS1) – instituído pelo Decreto Nº 44.199, de 29/12/2005, responsável pela gestão da parte mineira da bacia hidrográfica do Rio Paraibuna, que abriga a área de pesquisa dessa tese – e o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé (CBH Pomba e Muriaé ou PS2).

Além desses comitês, legalmente constituídos, outros organismos (associações civis, organizações não-governamentais, comitês de sub-bacias, consórcios intermunicipais, associações de usuários etc.) compõem hoje o arranjo institucional interno do CEIVAP ([www.ceivap.org.br](http://www.ceivap.org.br)).

Parece oportuna a idéia de diluir um pouco mais o poder decisório dentro da bacia do Rio Paraibuna, pois áreas muito grandes tendem a dificultar a integração e a gestão mais eficiente (LANNA, 1995:63). O associativismo ou o consórcio de municípios pode responder, de forma mais adequada, aos desafios da governabilidade e da gestão em escalas menores. Ninguém mais apto a encontrar soluções do que aqueles que conhecem e vivem diretamente os problemas.

Uma das proposições dessa tese é a implantação de uma unidade menor de gestão, o aqui denominado Consórcio do Alto Paraibuna (CAP), formado pelos municípios de Juiz de Fora, Ewbank da Câmara, Santos Dumont e Antônio Carlos. A idéia é tornar as decisões compartilhadas entre estes municípios, tendo a BCRCO como alcance único. Seria uma primeira instância das decisões e ações consorciadas, não substituindo, nem excluindo os poderes superiores de decisão, do CBH Preto e Paraibuna e do próprio CEIVAP.

Essa nova unidade, o CAP, seria um organismo legal de representatividade, um primeiro nível de parlamento, com poder de proposição sobre modelos de usos, ocupação e parcelamento do solo na bacia. Uma pessoa jurídica, com estatuto e regimento interno, com representatividade dos 4 municípios, de modo, inclusive, a buscar recursos junto a órgãos de fomento, como fez a ALAGO (Associação dos Municípios do Lago de Furnas), entidade similar, que em 2006, conseguiu captar R\$ 3,2 milhões junto à Furnas Centrais Elétricas, para a elaboração e revisão dos planos diretores dos 50 municípios de sua abrangência ([www.alago.org.br](http://www.alago.org.br)).

Esse consórcio gestor não se constitui um adversário, nem um substituto do comitê, mas um de seus membros; figura como uma organização civil de recursos hídricos, como previsto pela Lei Federal Nº 9.433/1997, desde que legalmente constituída (artigos 47/inciso I e 48).

Uma vez entendido que a função do consórcio não é retirar poder do comitê, mas dividir responsabilidades torna-se possível listar algumas atribuições que ficariam a cargo de um e de outro, respeitando o que é previsto pela Lei Federal Nº 9.433/1997 e pelo Regimento Interno do CBH Preto e Paraibuna, de 18/08/2006.

Ao Consórcio do Alto Paraibuna, na área da BCRCD, caberia:

- Promover o desenvolvimento integrado dos municípios membros, na área de infraestrutura básica (saneamento, turismo, lazer, meio ambiente, transporte, educação, saúde etc.);
- Desenvolver atividades compatíveis com a manutenção da qualidade das águas da Represa de Chapéu D'Uvas;
- Incentivar e promover políticas de preservação do patrimônio histórico, cultural e ambiental dos municípios membros;
- Estabelecer mecanismos junto a agentes financeiros de desenvolvimento a fim de captar recursos para aplicação em obras e ações de prevenção e recuperação ambiental;
- Promover ações de conservação ambiental da bacia e disciplinar seu processo de ocupação e utilização;
- Promover ações que visem ao desenvolvimento econômico e a melhoria das condições de vida das localidades da bacia;
- Elaborar e propor o plano diretor de ordenamento territorial da BCRCD, disciplinando usos, modelos de ocupação e parcelamento do solo, compatíveis com as características de cada parte da bacia, fundamentando-se em estudos específicos, como os zoneamentos físico-ambiental e socioeconômico, de uso e cobertura do solo, apresentados no **Capítulo 5**;

Ao Comitê CBH Preto e Paraibuna cabe, dentre outras atribuições:

- Avaliar e aprovar, em assembléia, as sugestões e proposições do CAP;
- Avaliar e aprovar o plano diretor de ordenamento territorial da BCRCD;
- Promover a gestão do trecho mineiro da bacia hidrográfica do Rio Paraibuna, da qual faz parte a BCRCD;
- Aprovar ações que visem utilizar democraticamente os recursos da bacia;
- Promover o debate das questões relacionadas com o uso dos recursos hídricos e articular a atuação de órgãos e entidades;
- Arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

- Aprovar o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos rios Preto e Paraibuna e seus respectivos orçamentos, e acompanhar sua execução;
- Aprovar planos de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Aprovar a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, estabelecendo critérios, normas e valores para a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Acompanhar a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos na sua área de atuação, formulando sugestões e oferecendo subsídios aos órgãos e entidades participantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH/ MG.

A criação e sustentação financeira de mais um órgão pode, inicialmente, causar certa repulsa às administrações municipais, especialmente de municípios com pequena arrecadação, como é o caso de Ewbank da Câmara e Antônio Carlos. Mas nesse caso, à exceção de um possível corpo técnico, todas as funções administrativas deverão ser exercidas sem remuneração, como acontece na atual estrutura do próprio CBH Preto e Paraibuna e dos demais comitês de bacia.

Além da possível participação direta dos municípios e da captação junto a órgãos financiadores, parte dos recursos obtidos com a cobrança pelo uso das águas da bacia, a serem pagos pelos grandes usuários – como a CESAMA, por exemplo, que passará a fazer a captação para o abastecimento público de Juiz de Fora – poderia se destinar à manutenção do consórcio gestor e de suas ações, com o objetivo de promover melhoria das condições ambientais da bacia e de suas águas. Seria uma forma justa de reverter parte dos recursos em ações executadas dentro da própria bacia que os gerou.

Em estudo recente, a Engesolo (2007:114/115) também recomenda a articulação institucional entre Juiz de Fora e os municípios formadores da bacia, de modo a tratar o uso do solo no âmbito regional. A idéia de coligar estes municípios não é nova. Em 1998 houve uma tentativa de união, com o objetivo de elaborar um Plano de Monitoramento e Gerenciamento. Entretanto, a idéia de proteção e utilização conjunta do manancial não evoluiu, basicamente porque naquele momento

as circunstâncias, sobretudo políticas, não eram favoráveis. A barragem ainda era recente e a opção pelo abastecimento só foi concretizada bem mais tarde.

O cenário atual, com definição de usos mais reais, potenciais e iminentes (abastecimento, turismo, ocupação etc.) parece muito mais propício e bem mais fértil ao entendimento, embora o discurso dos prefeitos desses municípios não se mostre afinado. Todos garantiram, em entrevistas, serem favoráveis à instalação de um modelo consorciado de gestão, mas as posturas e disposições para concretizá-lo são tão distintas quanto os objetivos que cada administração municipal tem em relação à área. E assim, decisões importantes como esta, de abrangência regional, continuam dependentes da decisão e vontade dos nossos administradores.

## **6.2 – Plano diretor de ordenamento territorial da BCRC**

O conceito de Plano Diretor não é novo, mas foi efetivamente alavancado e difundido a partir de 1988, quando o artigo 182, §1º da Constituição Federal o reconheceu como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, condição posteriormente ratificada no artigo 40, da Lei Federal Nº 10.257, de 10/07/2001, conhecida como Estatuto das Cidades. A partir daí passou a ser aplicado a diferentes escalas, e utilizado com variados adjetivos, de plano diretor de desenvolvimento urbano a plano diretor hospitalar.

Sua finalidade é orientar a atuação do Poder Público em especial, mas também da iniciativa privada, na construção do espaço urbano e rural, e na oferta de serviços públicos essenciais, visando à melhoria das condições de vida da população. É uma lei que tem o planejamento como objeto, orientando previamente o que pode e o que não pode ser feito, e ainda, onde, como e quanto, ou seja, estabelecendo diretrizes para o ordenamento territorial.

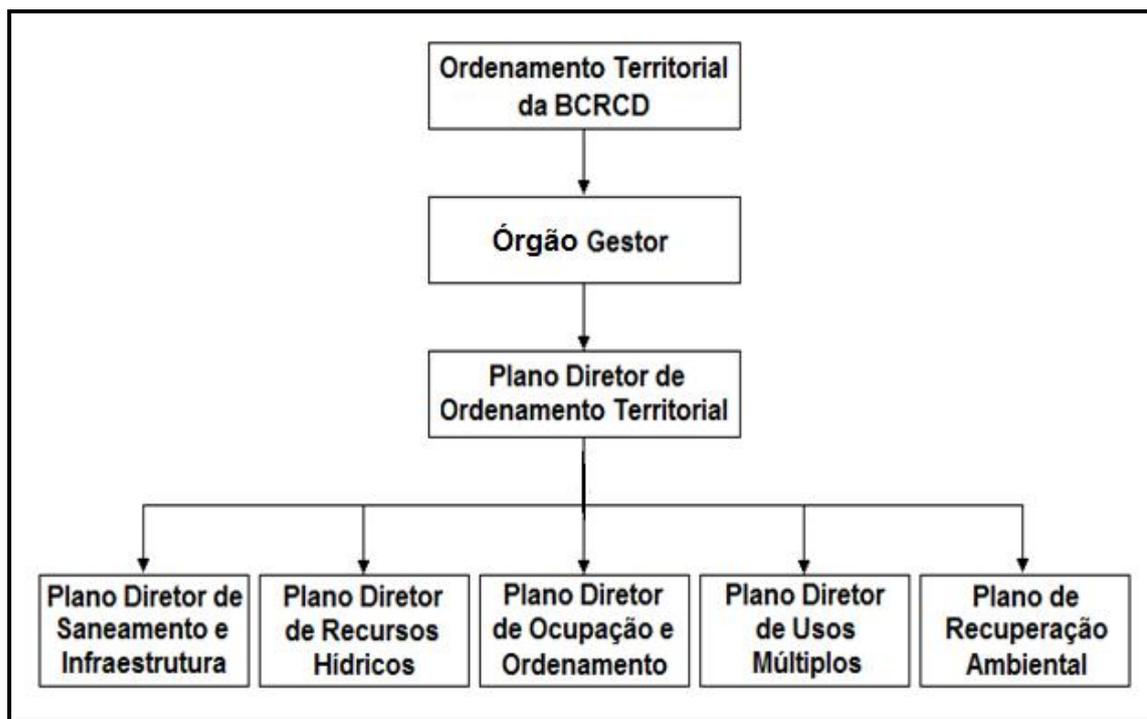
O plano diretor deve fundamentar-se num prévio diagnóstico da realidade física, social, econômica, fundiária, política e administrativa de sua área de abrangência (município, região, bacia etc.) e deve conter um conjunto de proposições, princípios, normas e diretrizes, que será adotado como referência para as decisões que objetivam o desenvolvimento socioeconômico. Deve ter objetivos claros, discutidos e estabelecidos prévia e democraticamente pelos vários atores envolvidos, buscando contemplar soluções para interesses e objetivos conflitantes.

De acordo com esse entendimento, parece fundamental a elaboração e implantação de um plano diretor que oriente o ordenamento territorial da BCRC, que estabeleça diretrizes para sua ocupação, para os usos a serem desenvolvidos, para o parcelamento do solo, para as melhorias sociais e ambientais e que fundamente sua gestão.

É conveniente salientar, que não será aqui apresentado um modelo pronto de plano diretor para a bacia, o que demanda um debate muito mais amplo e que deve envolver as administrações municipais, a população da bacia e aquela que tem interesses e ligações com ela, mas sim, um conjunto de idéias e proposições fundamentadas em estudos, trabalhos de campo, pesquisas e entrevistas.

A idéia de elaborar um plano diretor para a bacia vem de algum tempo. Quando da realização do “estudo de viabilidade para alternativas de captação de água em Juiz de Fora”, oportunidade em que a captação na Represa de Chapéu D’Uvas foi considerada a melhor alternativa, a Magna Engenharia (2003:13a) já concluía que um plano diretor para toda a bacia hidrográfica contribuinte deveria ser realizado e efetivamente implantado. À mesma conclusão chegaram Jardim et al. (2003:05), quando estudaram as florações de cianobactérias na represa. A elaboração do plano diretor de ordenamento territorial da BCRC pode ser uma primeira função do consórcio, anteriormente sugerido.

As proposições a serem abrangidas pelo plano diretor da bacia estão fundamentadas nas informações levantadas nos **Capítulos 3, 4 e 5**, e agrupadas em 5 planos básicos de ação, como apresentado na **figura 47**: plano diretor de saneamento e infraestrutura; plano diretor de recursos hídricos; plano diretor de ocupação e ordenamento; plano diretor de usos múltiplos; e plano de recuperação ambiental. Cada um desses planos de ação, apresentados e discutidos a seguir, abarca subdivisões, com sugestão de programas específicos e diretrizes de atuação.



**Figura 47 – Estrutura do plano diretor de ordenamento territorial da BCRCD**

### 6.2.1 – Plano diretor de saneamento e infraestrutura

Com a elaboração (e implantação efetiva) de um plano diretor de saneamento e infraestrutura não se busca apenas melhorar a qualidade ambiental da bacia e, em especial das águas da Represa de Chapéu D’Uvas, mas, sobretudo, visa melhorar a qualidade de vida de sua população, muito carente desses serviços elementares.

Embora eliminar e/ou minimizar os impactos decorrentes das fontes poluidoras, com a conseqüente solução de tratamento dos esgotos domésticos gerados na bacia e que tem acesso à represa, seja ação prioritária, também o são o regular abastecimento de água tratada à população e o recolhimento e destinação final adequada do lixo produzido.

É o que estabelece a Lei Federal Nº 11.445, de 05/01/2007, que dá diretrizes nacionais para o saneamento básico. De acordo com seu artigo 2º, os serviços públicos de saneamento básico, ou seja, o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais, deve ter como princípios fundamentais, dentre outros, a universalização do

acesso, ampliada de forma progressiva até atingir todos os domicílios ocupados e a adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais e cujas formas de efetivação sejam adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

Duas questões fundamentais se colocam. A primeira delas é que se tome a bacia como unidade de atuação e implementação do plano de saneamento, o que implica em nova medida de caráter consorciado, que deve abranger a totalidade dos municípios da bacia contribuinte. Para tanto, a própria Lei Nº 11.445/2007 acena com a possibilidade da prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento, indicando em seu artigo 17, que “o serviço regionalizado de saneamento básico poderá obedecer a plano de saneamento elaborado para o conjunto de municípios atendidos”.

A segunda questão refere-se à temporalidade das ações de saneamento, que deverão abranger duas frentes de atuação. Num primeiro momento, deve-se buscar a melhoria geral das condições atuais da bacia, atendendo à população residente, com a implantação de serviços de abastecimento de água, destinação adequada do lixo e implantação de rede de esgotamento sanitário, com conseqüente tratamento, através da utilização de fossas sépticas, em locais isolados e de pequenas estações de tratamento, para atender às comunidades e aglomerados maiores.

O tratamento dos esgotos produzidos pelas localidades da bacia pode ser resolvido com soluções simples, eficientes e de custo acessível, uma vez que o volume diário de efluentes é pequeno e as fontes de geração são conhecidas, como apresentado no diagnóstico socioeconômico (**Itens 4.1.1, p.110 e 4.3, p.116**).

A utilização das fossas sépticas permite a simplificação da coleta e o cuidado primário do esgoto gerado por um conjunto de até 500 habitantes (SEAM/SEMAD, 1997:18). As pequenas estações de tratamento constituem solução eficiente para o tratamento de esgotos gerados por comunidades de até 10.000 habitantes. Para ambas as soluções existe uma diversificada oferta de equipamentos, apresentados em inúmeros sites. As fontes de recursos para implantação desses sistemas também são múltiplas: Governo Estadual; Governo Federal, através de programas específicos dos Ministérios do Meio Ambiente e das Cidades; CEIVAP, e os próprios fundos arrecadados com a cobrança pelo uso das águas da bacia.

Um exemplo de experiência bem sucedida de saneamento rural é o Projeto Água Limpa, desenvolvido pela Prefeitura de Caxias do Sul/RS. Implantado nas

comunidades rurais do município, o projeto visa orientar o manejo da propriedade, da cobertura vegetal e dos recursos hídricos. Através de cartilha, ensina e estimula o proprietário rural a adotar medidas simples e de baixo custo, destinadas a fazer o composto orgânico, proteção de nascentes, destinação adequada do lixo doméstico e de embalagens de produtos agrotóxicos, a construção de esterqueiras para aproveitamento dos dejetos animais como fertilizantes e o tratamento e destinação adequada do esgoto sanitário (SAMAE/SEMMA/SMAPA, 2009).

Outra questão envolve diretamente o planejamento de futuras instalações na bacia. Nesse caso, seria exigência obrigatória aos novos empreendimentos (hotéis, pousadas e loteamentos), como condicionante à sua implantação, que dispusessem de projeto prevendo o tratamento dos efluentes gerados (lixo e esgoto), o que deveria ser previamente aprovado pela respectiva prefeitura municipal (onde se localizar o novo empreendimento), pelo Consórcio do Alto Paraibuna e pelo CBH Preto e Paraibuna. A idéia não é impedir tais empreendimentos, mas condicioná-los a atender as condições básicas de saneamento.

Alem da implantação de um abrangente plano de saneamento (lixo, água e esgoto) é fundamental que se contemple a população da bacia com a implantação e/ou melhoria de outros serviços essenciais de infraestrutura básica, em todas as localidades, como educação, lazer, saúde, transportes, trabalho e geração de renda, que em alguns casos, são inexistentes e noutros, funcionam de forma precária, como apresentado no diagnóstico socioeconômico **(Capítulo 4)**.

Estas ações implicam no sucesso de todos os demais planos para a bacia. A melhoria das condições infraestruturais básicas das localidades é condição para se ter menos desmatamentos, menos queimadas, proteção de nascentes, redução de processos erosivos e tantas outras ações que se fundamentam na condição de bem-estar econômico, social e educacional da população. Atendê-la com investimentos elementares, pode ser encarada como uma medida compensatória à construção da barragem e da represa, que ocupou as terras mais férteis da agricultura, submergiu vilas e estradas e forçou a mudança de três comunidades.

A população local precisa de um sistema de transporte que atenda a todas as localidades, bem como de estradas em melhores condições de tráfego, pois é por elas que se deslocam e se ligam às cidades da região, assim como movimentam sua produção e sua economia. São, em quase todos os casos, estradas vicinais em mal estado de conservação, seriamente comprometidas na época das chuvas,

quando boa parte delas fica intransitável. Melhorar as condições de acesso e circulação é condição necessária para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

A Estrada Santos Dumont/Bias Fortes, principal ligação da bacia e, sobretudo, a MG 135, que liga Barbacena/Antônio Carlos/Bias Fortes e que passa por processo de asfaltamento, necessitam da adoção de medidas de proteção contra acidentes com cargas perigosas. Implantar barreiras de proteção nessas vias é adotar a precaução contra acidentes, que podem resultar na contaminação dos cursos d'água que alimentam a represa, que por sua vez abastece animais e pessoas.

Medidas que levem à criação de empregos e renda para a população local implicam em reduzir a condição de pobreza e de falta de perspectivas na área rural, combustível que impulsiona regularmente o êxodo para as cidades.

Todas as comunidades da bacia devem ser dotadas de serviços básicos de saúde, capazes de atender prontamente a população. A localidade do Espírito Santo exemplifica bem a atual condição de carência. Como não existe assistência médica, os moradores têm que se deslocar (a pé, na maioria das vezes) para serem atendidos no posto de saúde mais próximo, no povoado de Cachoeirinha.

Também faltam escolas, não só as de nível elementar, como na localidade do Espírito Santo, mas de ensino médio, o que força deslocamentos que quase sempre se transformam em migração definitiva, sobretudo para Santos Dumont. A Vila de Nova Dores do Paraibuna, maior comunidade da bacia, poderia comportar, como é de sua demanda, um curso médio profissionalizante para atender aos jovens da região. Cursos ligados à sua realidade, como técnicos em turismo ou silvicultura, por exemplo, ministrado através de parcerias ou convênios com o SEBRAE, UFJF, SENAI, SENAC, etc. e que possam criar possibilidades de formação profissional e oportunidades de trabalho, conjugados à conscientização da utilização equilibrada e dos recursos locais.

### **6.2.2 – Plano diretor de recursos hídricos**

A elaboração de um plano diretor dos recursos hídricos da BCRCD se faz absolutamente necessária, e mesmo com toda urgência, ainda virá com atraso. O conhecimento detalhado das características hidrológicas locais deveria ter sido uma prévia condição para a construção da barragem e conseqüente represamento do Rio Paraibuna, para formação da Represa de Chapéu D'Uvas.

É imprescindível um estudo detalhado das demandas hídricas, à montante (para irrigação, dessedentação animal etc.), e à jusante (abastecimento de Juiz de Fora, geração de energia etc.).

Não existem estudos de infiltração, escoamento, armazenamento subterrâneo ou mesmo de vazão dos cursos d'água da bacia. O que se conhece da hidrologia local, hoje, é somente a vazão de saída da represa, que é controlada pela CESAMA para regularizar as vazões de jusante. Não existem estudos sobre a contribuição de entrada dos afluentes (aporte que alimenta a represa), nem de suas flutuações ao longo do ano. Estudos desta natureza foram realizados por Pfafstetter (1951:18), engenheiro responsável pelo projeto original da barragem, mas por um curto lapso de tempo (entre 1948 e 1949). Assim, não são conhecidas as características de autodepuração, diluição ou assimilação de cargas orgânicas e poluidoras.

O plano diretor de recursos hídricos deverá avaliar as condições qualitativas e quantitativas dos cursos d'água da bacia, sua capacidade de geração e transportes de sedimentos, tema diretamente relacionado ao processo de assoreamento e, portanto, da vida útil do manancial; a situação das nascentes, da faixa de proteção da represa, enfim, ser a base para aproveitamentos futuros do manancial. Deve conhecer as disponibilidades e demandas, atuais e futuras, para formar a base de dados e fornecer subsídios aos processos de outorga, enquadramento dos corpos d'água e cobrança pelos demais usos da água, instrumentos consagrados de gestão. Deve ser a fonte de dados para promoção da utilização integrada dos recursos da bacia, e base do sistema de informações sobre recursos hídricos, instrumento de gestão instituído pelo artigo 5º da Lei Federal Nº 9.433/97.

Segundo essa mesma lei (artigo 7º), o plano de recursos hídricos, que deve fundamentar e orientar a política e o gerenciamento dos recursos hídricos da bacia deve abranger o seguinte conteúdo mínimo: diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais; metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas; prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; diretrizes e critérios para a

cobrança pelo seu uso; propostas para criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Almeida & Pereira (2009:86) argumentam que “o ordenamento territorial brasileiro possui uma relação histórica com a distribuição da água”. De fato, a água, por si só, por sua existência, ocorrência e distribuição, é um elemento fundamental no ordenamento do território, influenciando a distribuição da população e de suas atividades. Da mesma forma, o plano diretor de recursos hídricos, deve abranger estudos específicos capazes de fundamentar, direcionar e ordenar os futuros usos e modelos de ocupação na bacia, tendo como base, dentre outros, os dados apresentados no diagnóstico físico-ambiental (**Itens 3.6, p.87 e 3.7, p.94**) e nos zoneamentos da bacia (**Capítulo 5**). Deve-se destacar ainda, o papel fundamental de apoio a ser prestado por entidades públicas de alcance regional, como, sobretudo, a Universidade Federal de Juiz de Fora.

### **6.2.3 – Plano diretor de ocupação e ordenamento**

O estabelecimento de uma política específica que oriente a ocupação e expansão da bacia constitui medida fundamental. Uma política de ordenamento territorial (disciplinando usos, modelos de ocupação e de parcelamento do solo) deve apresentar respostas ao que pode e não pode ser desenvolvido na bacia (modelos de usos), onde fazer (locais onde se deve restringir ou induzir a ocupação), quanto fazer (intensidade dos usos e ocupação, número e tamanho das construções, modelos de parcelamento etc.) e como fazer (com prévia normatização e definição de critérios e instrumentos de controle).

Como a bacia ainda conta com reduzida população (1.732 habitantes, como estimado no **Item 4.1.1, p.110**) e com o desenvolvimento de atividades tipicamente rurais (**Item 4.4, p.118**) torna-se possível e viável o estabelecimento de uma política de ocupação que seja bastante eficaz, uma vez que ela poderá cumprir um de seus principais papéis, que é ter o caráter preventivo e não ser implantada para remediar situações problemáticas em curso.

Uma das principais características a se observar é que a unidade de ação/intervenção seja a BCRCO e assim, qualquer decisão tem que ser aprovada, encampada e implementada por todos os municípios formadores da bacia. Por isso, seu estabelecimento deve ser uma atribuição do consórcio, sugerido como órgão

gestor. Obviamente que a aprovação legal de qualquer decisão, que tenha âmbito regional deverá ser ratificada com a aprovação pela respectiva câmara municipal (leis), prefeituras (decretos) e CBH Preto e Paraibuna. O mais importante é identificar e tornar claro que a área de atuação é a bacia hidrográfica e que as proposições e decisões devem ter essa mesma área de alcance.

Outra consideração importante a ser feita é que a política de ocupação e ordenamento é uma legislação básica, ou seja, é uma lei ou conjunto de leis que dispõe, regula e regulamenta os usos, a ocupação e o parcelamento do solo na bacia. É essa legislação, fundamentada dentre outros, nos zoneamentos físico-ambiental e socioeconômico (**Capítulo 5**), que vai apresentar respostas àquelas questões de o que, onde, como e quanto pode ser feito, restringindo ou incentivando o uso e a ocupação em determinadas partes.

A política de ocupação e ordenamento deve definir também os seus critérios e instrumentos de intervenção, que são mecanismos legais destinados a controlar o adensamento demográfico, disciplinar a ocupação de certas áreas e/ou estimular a ocupação de outras. Embora discutíveis, eles têm sido largamente utilizados como instrumentos disciplinadores e alguns, apresentados a seguir, podem ser utilizados no ordenamento da bacia.

#### **6.2.3.1 – Lote mínimo**

O controle do tamanho mínimo do lote ou da gleba resultante de um parcelamento do solo pode se tornar um importante instrumento para o controle das densidades demográficas e da ocupação de uma área. Para locais de infraestrutura inadequada ou insuficiente, de grandes declividades ou de difícil abertura de vias de acesso, por exemplo, a exigência de lotes mínimos maiores implica em menor densidade de ocupação, pois ocorrerá o fracionamento da área em um número menor de unidades.

Em geral, junto com a imposição de um tamanho maior para o lote mínimo concorre uma exigência específica quanto ao uso residencial, restringindo-o à sua modalidade unifamiliar. Isso implica, ao mesmo tempo, em menor quantidade de lotes disponíveis à ocupação e apenas uma família ocupando cada gleba, o que diminui o adensamento demográfico da área.

Contudo, medidas dessa natureza têm reflexos econômicos e sociais, que não devem ser desprezados, podendo levar, como ocorre em geral, a uma sobrevalorização das terras, num esquema comercial de oferta e procura, onde tudo que é raro se torna mais caro. Menos lotes disponíveis e a preços mais elevados, tendem a ser adquiridos por uma classe de maior poder econômico, gerando um efeito colateral socialmente indesejável.

No caso específico da BCRCD é oportuno ressaltar que como se trata de área rural (exceto a Vila de Nova Dores do Paraibuna), o parcelamento do solo é regido pela Lei Federal Nº 4.504, de 30/11/1964 (artigo 65) e pela Instrução Especial INCRA Nº 50, de 26/08/1997, que estabelecem que o lote resultante do parcelamento do solo na região, tenha a área mínima de 2 hectares (20.000m<sup>2</sup>). Entretanto, na Vila de Nova Dores do Paraibuna, por ter *status* urbano, os lotes resultantes de futuros parcelamentos poderão ser menores.

O futuro Plano Diretor do Município de Santos Dumont, em fase final de elaboração e que nos foi cedido para análise pelo Prefeito Evandro Nery, classifica as localidades de Nova Dores do Paraibuna, Cachoeirinha e Corujas (São Sebastião da Boa Vista), que fazem parte da BCRCD (**Figura 24, p.107**), como Zona de Adensamento Controlado (ZAC), definida como aquela, em que a ocupação e o uso do solo devem se dar segundo padrões de menor densidade, em razão da ausência ou deficiência da infraestrutura de drenagem, de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, da precariedade ou saturação das ligações viárias externas ou internas, de condições topográficas e geológicas desfavoráveis e, já estabelece parâmetros urbanísticos para sua ocupação, definindo o lote mínimo, o coeficiente de aproveitamento, a taxa de ocupação e a taxa de permeabilidade.

Mesmo assim, o consórcio gestor deve propor os tamanhos mínimos dos terrenos da bacia, devendo ser mais restritivo em algumas áreas, como naquelas, por exemplo, que apresentem grandes declividades ou solos mais suscetíveis à erosão superficial, como a parte noroeste da bacia, áreas que deveriam destinar-se prioritariamente à preservação, com usos restritos, baixa densidade de ocupação e manutenção da vegetação arbórea.

Estabelecer padrões para o parcelamento do solo significa condicioná-lo, não impedi-lo. O vácuo criado pela ausência de normatização e fiscalização implica em resolver problemas pontuais que poderiam ser evitados. Um exemplo atual (dezembro/2011) é o Condomínio Bela Vista que está sendo implantado às margens

da represa, no município de Santos Dumont. Em seu folder destaca as vantagens de morar, descansar e desfrutar da linda vista panorâmica da represa. Não seria um problema se a área total do empreendimento, de pouco mais de 6 hectares, não estivesse sendo fracionada em terrenos com pouco mais de mil metros quadrados. Esse é um exemplo pontual (ainda), mas, comumente, nesses casos, exceção tende a virar jurisprudência e precedente a se transformar em justificativa.

### **6.2.3.2 – Taxa de impermeabilização**

A taxa de impermeabilização é “o instrumento de controle urbanístico que estabelece a relação entre a área total da superfície impermeabilizada sobre o lote e a área do lote” (PJF, 1987:65). As áreas impermeáveis relacionam-se à pavimentação (ruas, pátios, estacionamentos, calçadas etc.), às edificações e outras tipologias (como piscinas, por exemplo).

A existência e manutenção de áreas permeáveis é necessidade conhecida e desejável. A impermeabilização de superfícies, típica da ocupação humana, provoca desde alterações na relação entre escoamento superficial e infiltração, até modificações de ordem climática. A principal e mais importante implicação se dá sobre o ciclo hidrológico. Quanto maior a superfície impermeabilizada, menos eficiente o processo de infiltração das águas. Por outro lado, o escoamento superficial é aumentado, em volume e em velocidade, resultando em mais episódios de inundação no período das chuvas.

Contudo, são pouco definidas as metodologias utilizadas para se calcular o quanto de uma determinada área pode ser impermeabilizado, ou o quanto deve permanecer como áreas livres, permeáveis. Mello Filho & Rocha (1994:93) apresentam uma metodologia onde “os valores de declividade média são utilizados como parâmetros básicos, para se definir o índice mínimo de cobertura florestal de uma bacia hidrográfica”. Mesmo não sendo uma proposta metodológica direcionada ao cálculo de áreas permeáveis, pode ser utilizada com esse fim. Mota (1981:88) apresenta vários exemplos de cidades nos Estados Unidos que exercem controle mais severo sobre a percentagem de solo a permanecer em seu estado natural, principalmente em relação às declividades do terreno, de modo que quanto maior a declividade, menor deve ser a área impermeável e maior o percentual de áreas destinadas a permanecer em seu estado natural.

Para a BCRCO é desejável manter-se elevados valores de infiltração, restringindo-se, portanto, a taxa de impermeabilização a valores mais baixos, em especial nas áreas de maior declividade, com relevo movimentado e/ou com presença de solos mais erodíveis.

### **6.2.3.3 – Taxa de ocupação**

A taxa de ocupação é definida como “o instrumento de controle urbanístico que estabelece a relação entre a área da projeção horizontal da edificação, ou área ocupada, e a área do lote” (PJF, 1987:64).

Pode ser expressa pela fração ordinária correspondente ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , etc.), pela fração decimal (0,25, 0,60, 0,75 etc.) ou pelo valor percentual (35%, 60%, etc.). Ela representa qual o percentual do terreno poderá ser ocupado pela projeção horizontal da edificação, sendo variável segundo sua localização.

Na BCRCO, o desejável é que a taxa de ocupação tenha os menores valores possíveis, por tratar-se de lotes mínimos muito grandes (2 hectares, como prevê a legislação federal). Além disso, como apresenta diferentes ambientes (solos, declividades, cobertura vegetal etc.) é importante que a definição dos valores da taxa de ocupação obedeça à regionalização da bacia em unidades hidrográficas, sendo mais restritiva naquelas de maior vulnerabilidade à ação da erosão superficial (**Figura 45, p.172**).

### **6.2.3.4 – Coeficiente de aproveitamento**

O coeficiente de aproveitamento é definido como “o instrumento de controle urbanístico que estabelece a relação entre a área total edificada e a área do lote” (PJF, 1987:64/65).

Na prática, acaba se traduzindo na possibilidade de se criar andares de edificação e, por isso é um instrumento muito apropriado para utilização em áreas que se destinam a abrigar prédios multifamiliares. Com a utilização deste parâmetro, a fixação de gabaritos (pré-estabelecimento do número de andares da edificação) torna-se desnecessária, pois a ocupação vertical do lote será determinada em função de seu tamanho e da taxa de ocupação, definida para cada região.

Para a BCRCO, o coeficiente de aproveitamento pode ser utilizado como instrumento regulador do nível de pavimentos de empreendimentos não residenciais, como hotéis e pousadas. Para o uso residencial pode-se estabelecer o número máximo de dois pavimentos, por exemplo, sem a necessidade de se aplicar este mecanismo de controle.

#### **6.2.4 – Plano diretor de usos múltiplos**

Os trabalhos e estudos específicos sobre a Represa de Chapéu D'Uvas são unânimes em restringir o uso de suas águas, exclusivamente ao abastecimento humano. A Magna Engenharia (2003a:13) afirma que os acessos à represa devem ser protegidos, evitando-se qualquer uso ou atividade que não seja o abastecimento doméstico. Jardim et al. (2003:04) também recomendam utilizar a represa apenas como manancial de abastecimento público. O CETEC (1979:73) recomendava a restrição ao desenvolvimento urbano na bacia, como forma de garantir água de boa qualidade para a cidade de Juiz de Fora.

O conjunto de recomendações desses estudos se faz compreensível, pois todos eles adotaram uma única visão, dada a partir de Juiz de Fora, à jusante, e como tal, todos os usos de montante foram vistos como problemáticos e impactantes à principal destinação das águas, o futuro abastecimento de Juiz de Fora.

Ocorre, no entanto, que algumas recomendações e considerações precisam ser rediscutidas. Uma política de usos do manancial e de sua bacia deve levar em consideração, além da manutenção da qualidade das águas destinadas ao futuro abastecimento público de Juiz de Fora, também os demais usos (especialmente ocupação, turismo e lazer), necessários e vislumbrados pela população de montante, anseio legítimo dos municípios que formam a bacia de contribuição.

O uso múltiplo dos recursos hídricos constitui, antes de tudo, um preceito legal, um dos fundamentos mais importantes, previsto e instituído pelo artigo 1º, inciso IV da Lei Nº 9.433/97. A ocupação humana e a futura atividade turística local – vista como fonte impulsionadora da economia dos municípios da bacia – parecem compor uma realidade inexorável. Existem muitas áreas disponíveis a serem ocupadas, há inúmeros atrativos paisagísticos, como matas, cachoeiras e trilhas,

além da própria represa, o que dota a bacia de incrível potencial. De outro lado, o grande déficit regional de áreas destinadas ao lazer, potencializa os atrativos locais.

O que está sendo proposto com a instituição de um plano de usos múltiplos é a normatização dos mesmos, pois vários deles são possíveis de se conjugar ao abastecimento humano, desde que se respeite a capacidade do manancial em se manter como tal. Nem a restrição pela restrição, nem a liberação indiscriminada, pois como pronunciava Paracelsus, o que diferencia o veneno do remédio é a dose.

O uso do solo é definido e qualificado, segundo a utilização principal ou a atividade predominante desenvolvida numa área. A distribuição espacial desses usos ou atividades se dá de forma bastante variada, segundo as peculiaridades de cada lugar e, com maior ou menor intensidade, sempre resultam “em alterações do ambiente natural” (MOTA, 1981:11).

O objetivo de se planejar os diversos tipos de uso do solo é exatamente tornar a intervenção humana menos impactante, causando, na medida do possível, as menores alterações negativas.

No caso da BCRCD, por exemplo, só devem ser admitidos usos e atividades cujo desenvolvimento seja compatível com a manutenção de sua função principal. Como abriga um manancial destinado ao abastecimento público, os tipos de uso do solo desenvolvidos têm que ser compatíveis com a manutenção da qualidade mínima exigida para as águas que se destinam ao consumo humano.

Dessa forma, algumas atividades e modalidades de uso se mostram de impossível coexistência, seja pela produção de efluentes contaminantes, pela geração de tráfego ou por incidir em risco potencial à qualidade das águas. Para as áreas de mananciais, tende-se a restringir muito os usos, em intensidade e diversidade, evitando-se adensamentos e situações de risco. Por não dispor de uma legislação específica, o manancial está mais vulnerável a sofrer os negativos impactos da instalação e funcionamento de obras e atividades não condizentes com sua função. Disciplinar os usos e atividades a serem desenvolvidas na bacia, torna-se, mais que uma necessidade, uma iniciativa vital para resguardar a área enquanto manancial de abastecimento.

A seguir são apresentados e discutidos os principais usos demandados na bacia, alguns tão controversos quanto inevitáveis.

#### 6.2.4.1 – Atividade turística

Junto com a ocupação humana, a atividade turística é aquela que requer mais breve normatização, pois a beleza e os atrativos locais (inclusive a represa), funcionam como estimulantes ao desenvolvimento dessa atividade. O turismo é visto pelos moradores locais e também pelos prefeitos dos municípios formadores da bacia (como constatado em entrevistas), como importante alternativa de renda, capaz de impactar positivamente a precária economia local.

Não se trata de ser contrário ou favorável, mas enxergar que esta atividade, hoje tímida (representada por um hotel-fazenda), deverá se transformar numa das mais importantes da bacia. Parece ser uma questão de tempo e oportunidade, o que tende a se ampliar com as melhorias de acesso, como o asfaltamento da Rodovia MG 135, por exemplo.

Estudos anteriores, como o da Magna Engenharia (2003:13a) e de Jardim et al. (2003:04) são contrários à atividade turística, sobretudo com a utilização da represa. Mas estudo mais recente, desenvolvido pela Engesolo (2007:113) admite o ecoturismo como “atividade que pode ser desenvolvida num futuro próximo”.

Fato muito mais importante diz respeito ao futuro Plano Diretor Participativo do Município de Ewbank da Câmara, em fase final de elaboração, e que nos foi cedido para análise pelo Prefeito Paulo Mendes Soares. O documento prevê um zoneamento especial para a parte da bacia pertencente ao município, destinando a ela uma diretriz claramente turística. Para explorar seu potencial prevê a criação da denominada MAITA (Macro-área de Interesse Turístico e Ambiental), estabelecendo os usos admitidos, modelos de ocupação e de parcelamento do solo.

Além de ser visto como opção econômica, com potencial para geração de empregos e renda, o turismo local representa uma opção de lazer para toda a região, carente desta possibilidade.

Medidas básicas e necessárias devem ser implantadas para disciplinar esta atividade, incorporando-a ao ordenamento territorial da bacia, observando-se os zoneamentos físico-ambiental e socioeconômico (**Capítulo 5**). Algumas delas são propostas e discutidas a seguir.

- Uma primeira e essencial medida para desenvolver e disciplinar essa atividade é a elaboração de um detalhado inventário do potencial turístico da bacia, cujos atrativos naturais (cachoeiras, matas, paisagens, pontos de

pesca, campismo, natação, trilhas etc.) ainda são pouco conhecidos, até mesmo por seus moradores, que ainda não reconheceram a nova paisagem e as novas possibilidades oferecidas pela Represa de Chapéu D'Uvas. Somente a partir daí será possível normatizar a atividade, o que deve englobar o disciplinamento, a localização e a intensidade de usos, desde o lazer, da pesca e mergulho, até a implantação de hotéis e pousadas;

- Muitas atividades ligadas ao turismo, como as trilhas ecológicas, torneios de pesca, pesca esportiva, mergulho até as vilas submersas, turismo de contemplação da paisagem etc. são capazes de movimentar a economia local e ao mesmo tempo, ajudar na manutenção da qualidade ambiental da bacia e da represa, com aplicação de parte dos recursos obtidos com tais atividades;
- A construção de hotéis, pousadas, campings e similares só deverá ocorrer após a aprovação do projeto pela respectiva prefeitura, pelo Consórcio do Alto Paraibuna e pelo CBH Preto e Paraibuna e, sua localização deverá obedecer ao zoneamento previamente estabelecido para a bacia. Como condição imprescindível à aprovação, o empreendimento deverá apresentar e executar processos relativos ao tratamento de seus efluentes (fossa séptica ou estação de tratamento) e à destinação final dos resíduos sólidos;
- A utilização de barcos a motor na represa, tanto de hotéis, como de particulares, deve ficar condicionada à prévia aprovação do consórcio. A restrição ao uso de embarcações motorizadas (excluídos, portanto, remos, pedalinhos, caiaques etc.) se deve a dois fatores: a produção de óleos, graxas e gasolina, que não são passíveis de tratamento em uma ETA convencional, sendo indesejáveis, e devendo estar virtualmente ausentes como estabelece a Resolução CONAMA Nº 357, de 17/03/2005 e a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº1, de 05/05/2008; além disso, a movimentação de embarcações maiores promove marolas que acabam solapando as margens da represa, intensificando o processo erosivo já instalado em vários pontos (**Figura 29, p.127**). O uso de barcos a motor, inclusive o barco utilizado pela CESAMA para visitas, deve acontecer em períodos e locais previamente estabelecidos;
- A utilização da represa como área de lazer é hoje uma realidade para muitos moradores locais e outros freqüentadores e visitantes, sobretudo para a pesca e natação nos finais de semana, constituindo importante forma de

lazer, recreação e convívio social. Contudo, as áreas utilizadas como base para esta atividade (Ribeirão Lambari, sopé do morro do abandonado cemitério da antiga comunidade de Dores do Paraibuna, ancoradouro da balsa, localidade de Paraibuna etc.), contam com precária (ou nenhuma) infraestrutura (**Item 4.4.2.1, p.128**). Melhorar ou dotar as atuais áreas de lazer com infraestrutura mínima necessária, bem como identificar todos os locais utilizados pela população para as atividades de lazer (que deve compor o inventário turístico da bacia) é outra diretriz a ser considerada.

#### **6.2.4.2 – Uso residencial**

A categoria de uso residencial representa a ocupação humana e corresponde às edificações destinadas à moradia, que podem ser do tipo unifamiliar, destinadas à moradia de uma só família ou multifamiliar, que corresponde àquelas destinadas à moradia de mais de uma família.

A ocupação humana, sobretudo em áreas de manancial, é tão problemática quanto inevitável, razão pela qual tem sido alvo constante de regulamentação e normatização. A ocupação implica em movimentação de terra, em abertura de vias, em geração de esgotos, em maiores fluxos e maiores demandas por infraestrutura, algo, a priori, indesejável na área de qualquer manancial, o que tem implicado em restrições à concentração demográfica.

Dois instrumentos têm sido amplamente utilizados como mecanismos de controle das densidades de ocupação, muitas vezes de maneira simultânea. O primeiro instrumento é o controle do uso residencial, que deve se restringir à sua modalidade unifamiliar. Associado a ele, vem o controle que é exercido pela normatização dos modelos de parcelamento do solo.

Esse aspecto é tão importante que é especificamente disciplinado por leis no Estado de Minas Gerais. A Lei Estadual Nº 10.793, de 02/07/1992, que dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado, em seu artigo 4º, inciso VI, veda a instalação de loteamentos e conjuntos habitacionais nas bacias hidrográficas de mananciais destinados ao abastecimento público. Uma década mais tarde, a Deliberação Normativa COPAM Nº 58, de 28/11/2002, que estabelece normas para o licenciamento ambiental de loteamentos do solo urbano

para fins exclusiva ou predominantemente residenciais, vedou, em seu artigo 2º, inciso I, o parcelamento do solo “em sub-bacias hidrográficas enquadradas na classe especial e classe I”, como é o caso presente.

Deve-se esclarecer que estas leis não impedem a ocupação, mas condicionam o parcelamento do solo, proibindo a modalidade do loteamento, que é a “divisão do solo em lotes com urbanização, havendo abertura de logradouros, prolongamento, modificação ou ampliação dos existentes” (PJF, 1987:19), mas admite outras modalidades de parcelamento (desmembramento e granjeamento) que resultem em unidades com lotes mínimos maiores.

A BCRCD, excetuando a Vila de Nova Dores do Paraibuna, é enquadrada como área rural e o parcelamento do solo deverá resultar em terrenos mínimos com área de 2 hectares (20.000m<sup>2</sup>), correspondente ao módulo rural da região.

Além dessa exigência legal, o plano diretor de ordenamento territorial da bacia pode adicionar outras condicionantes para futuros parcelamentos, como a sua implantação só ocorrer após a devida aprovação, tanto pela respectiva prefeitura onde se localizar o empreendimento, quanto pelo consórcio gestor e o CBH Preto e Paraibuna. O empreendimento deverá conter projeto aprovado de destinação final adequada dos esgotos e dos resíduos sólidos gerados. Outra medida que pode ser adotada é limitar a movimentação de terra, destinada ao preparo dos terrenos e à abertura de vias, à estação seca, a fim de evitar erosão superficial e assoreamento.

Adotar o módulo rural regional como lote mínimo resultante de qualquer parcelamento na bacia e somente admitir o uso residencial unifamiliar (à exceção de hotéis e pousadas), implica em reduzir de forma considerável a densidade de ocupação futura. Mesmo adotando-se essa forma de parcelamento, a população total da bacia poderia atingir valores elevados. É possível fazer um rápido exercício prevendo sua ocupação máxima, considerando a aplicação dos critérios discutidos anteriormente.

A área total da bacia é de 313,23km<sup>2</sup>. Descontadas as áreas de preservação permanente, 155,92km<sup>2</sup> (**Tabela 13, p.103**), a área da represa (11,5km<sup>2</sup>) e a área já ocupada (0,14km<sup>2</sup>), restaria uma área disponível para futuros parcelamentos de 145,67km<sup>2</sup>. Admitindo-se terrenos de 20.000m<sup>2</sup>, o parcelamento total resultaria em 7.284 lotes. Se fossem somente ocupados por residências unifamiliares, com 3,22 habitantes/domicílio (média da bacia no último Censo 2010) resultaria em 23.454 novos moradores, que somados aos atuais 1.732 (**Item 4.1.1, p.110**), daria um total

de 25.186 habitantes (número quase 15 vezes maior que a população atual). Se não forem adotadas as necessárias medidas preventivas, a produção de esgotos e de lixo resultará em sérios impactos à qualidade das águas da represa.

#### **6.2.4.3 – Uso agropecuário**

Nessa categoria incluem-se as atividades ligadas à produção agrícola, pecuária e silvicultura. De forma geral, a maior parte desses usos rurais pode ser desenvolvida em áreas de mananciais, desde que sejam respeitadas algumas limitações, impostas mais por sua intensidade e manejo, do que por sua presença.

Os detritos animais “podem conter microorganismos patogênicos e podem contribuir para a poluição da água que entra em contato com os mesmos, através do solo, alterando sua qualidade” (MOTA, 1981:32). Na suinocultura, por exemplo, há grande concentração de animais em pequenas áreas, acarretando uma elevada produção de dejetos. O poder poluente dos dejetos de suínos é de 10 a 12 vezes maior em volume do que o do esgoto humano, sendo, em alguns aspectos, como o da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), 100 vezes mais poluente. Isso significa dizer que um rebanho com 250.000 cabeças de suínos produz igual volume de dejetos, por dia, que uma cidade com 2,5 milhões de habitantes e o poder poluente (em DBO) equivalente ao de uma metrópole com 25 milhões de pessoas (BOTELHO & SILVA, 2004:172).

Por essas razões é importante que essa atividade seja evitada na área do manancial, mesmo porque, em função de seu potencial de contaminação, a suinocultura intensiva já é proibida nas bacias hidrográficas de mananciais mineiros, conforme previsto no artigo 4º, inciso VIII da Lei Estadual Nº 10.793, de 02/07/1992.

Limitações também se aplicam à atividade agrícola, não sendo a mesma proibida, mas condicionada. Assim, os pesticidas, de forma geral, não devem ser utilizados em culturas desenvolvidas em áreas de manancial, uma vez que o tratamento convencional da água tem pequeno efeito sobre eles. Por esta razão, explica Mota (1988:56), os “padrões de qualidade da água bruta são muito rigorosos em relação a estes produtos”.

Os defensivos agrícolas, sobretudo os clorados orgânicos, têm alta persistência no solo, podendo levar vários anos para desaparecerem, o que torna

sua utilização problemática em relação aos riscos de poluição e contaminação dos solos e das águas. Além disso, tem que ser considerada a ação das águas de escoamento superficial, que lavam os solos cultivados e podem transportar estes elementos químicos até a represa. Nesse caso, é importante manter sob controle o uso de substâncias à base de nitrogênio e fósforo, uma vez que sua presença pode acelerar o processo de eutrofização das águas da Represa de Chapéu D'Uvas.

A Lei Estadual Nº 10.793/1992, proíbe, nas bacias dos mananciais de Minas Gerais, a atividade agropecuária intensiva ou hortifrutigranjeira que envolva a necessidade de aplicação de doses maciças de herbicidas, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos e produtos veterinários organofosforados ou organoclorados. Além disso, prevê no seu artigo 4º, § 5º, que “as instalações destinadas ao confinamento de bovinos ou à suinocultura deverão ser providas de sistemas de captação de detritos e efluentes, sem comunicação com os mananciais”.

Como se pode concluir, os usos rurais, que, aliás, caracterizam a tipologia geral da bacia (**Capítulo 4**), não são por si só, indesejáveis ou incompatíveis. Os cultivos agrícolas acontecem com pequena escala de produção e a pecuária se caracteriza pelo gado leiteiro, de baixa produtividade. Aliás, a busca de melhoria do rebanho da bacia deve merecer uma linha de ação especial, com o apoio de órgãos específicos, alguns deles com sede em Juiz de Fora, como a EMBRAPA Gado de Leite, a EPAMIG e a EMATER, que com a prestação de assistência técnica podem dotar a área rural de melhores condições de produção, produtividade e renda.

A efetivação desses usos está muito ligada ao seu manejo adequado e às técnicas utilizadas, com vistas a evitar os processos erosivos e a contaminação de solos e água. Sendo assim, exigem controle e fiscalização, algo conseguido através de um eficiente monitoramento realizado pelos órgãos competentes.

Contudo, a silvicultura é a atividade econômica rural que mais deve merecer atenção na bacia, como apresentado no **Item 4.4.1.3 (p.124)**. A atividade representa importante fonte de renda para os produtores da região, desgastados com a baixa produtividade leiteira. É a atividade econômica que mais se expande, como ocorre em toda área rural da Zona da Mata, impulsionada por generosos programas de fomento da iniciativa privada, necessitada de carvão para seu processo produtivo.

Expansão que pode se intensificar, em razão da possível instalação da siderúrgica Ferrous Resorce do Brasil, poucos quilômetros à jusante da bacia e cujos alto-fornos serão ávidos consumidores do carvão vegetal produzido a partir do

eucalipto. É um empreendimento visto como grande gerador de empregos, renda e oportunidades econômicas para estes municípios, especialmente Juiz de Fora e Ewbank da Câmara. O que se precisa atentar é para o fato dessa atividade não se expandir ao ponto de substituir as matas, que desempenham papel fundamental em áreas de manancial. Disciplinar a expansão dessa atividade é uma questão importante e deve ocupar lugar de destaque na política de gestão da bacia.

#### **6.2.4.4 – Uso industrial**

Essa categoria de uso do solo “corresponde às edificações destinadas a abrigar atividades das quais resultem a produção de bens pela transformação de insumos” (PJF, 1987:64).

Este tipo de uso talvez seja o mais indesejável, por ser o mais impactante numa área de manancial, o que decorre, principalmente, da característica poluidora que está associada a esta atividade.

Os vários e volumosos efluentes industriais têm se mostrado incompatíveis com a qualidade do ambiente, relação ainda mais problemática quando se trata de ambientes hídricos. Como citado por Ganzeli (1991:112), “o planejamento da localização industrial não deve levar em conta apenas as necessidades de produção, mas também as disponibilidades hidrográficas e o potencial de assimilação de poluentes”.

Quase todos os trabalhos sobre a bacia são explicitamente contrários à implantação de indústrias, e a própria Lei Estadual Nº 10.793/1992 proíbe a instalação de fecularias, destilarias de álcool, metalúrgicas e siderúrgicas, químicas, de artefatos de amianto, processamento de materiais radioativos e curtumes nas bacias hidrográficas de mananciais destinados ao abastecimento público.

Em razão desses fatos e por tratar-se de uma área tipicamente rural, a decisão mais razoável parece ser a proibição do uso industrial na BCRCDD.

#### **6.2.4.5 – Outros usos**

Um plano de gestão para a bacia não vai conseguir listar todos os usos possíveis ou restritos. As modificações, próprias da sociedade e de seu comportamento acabam criando novas demandas e viabilizando usos até então impensados. De toda forma, algumas atividades têm restrições legais e devem ser proibidas na bacia, como matadouros, hospitais, sanatórios, leprosários, depósitos de lixo, aterro sanitário e depósito de produtos tóxicos.

Outros usos, porém, merecem estudos e debates mais amplos, com vistas à sua normatização, como a piscicultura, que embora seja uma atividade prevista pela Lei Estadual Nº 10.793/1992, encontra forte resistência nos trabalhos da Magna Engenharia (2003:13a) e de Jardim et al. (2003:05), ou a possibilidade de geração de energia elétrica, que se daria aproveitando a grande altura da barragem. Além disso, a represa e a bacia de contribuição formam, pela rica diversidade de ambientes, campo propício ao desenvolvimento da pesquisa científica em diversos campos.

#### **6.2.5 – Plano de recuperação ambiental**

Sob a rubrica desse plano são propostos 3 programas específicos de ação (programa de fomento à mata em pé, programa de controle e prevenção da erosão e programa de educação ambiental), sugeridos como alternativas para melhorar tanto a qualidade ambiental da bacia, quanto a qualidade de vida de sua população, fatores fundamentais para o sucesso de sua gestão.

##### **6.2.5.1 – Programa de fomento à mata em pé**

Tem se disseminado no Brasil, nos últimos anos, o desenvolvimento e implantação de programas oficiais de fomento, voltados a produtores rurais que se proponham a adotar práticas e manejos apropriados à conservação de solo e água, sobretudo com proteção das florestas da propriedade.

A idéia central desses programas é a de que os benefícios advindos das práticas implementadas ultrapassam os limites das propriedades rurais, beneficiando os demais usuários da bacia, razão pela qual, os projetos prevêm a remuneração dos produtores rurais participantes, com base nos benefícios gerados. É o chamado “Pagamento por Serviços Ambientais” (PSA), política muito adotada nos processos de gestão de recursos hídricos.

Programas desse tipo, como o programa Produtor de Água, da ANA (Agencia Nacional de Águas), fornecem apoio técnico e financeiro aos produtores e objetivam “a redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propiciando a melhoria da qualidade, a ampliação e a regularização da oferta de água em bacias hidrográficas de importância estratégica para o país” ([www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)).

Esses programas reconhecem e valorizam os produtores rurais como verdadeiros produtores de água e seguem uma lógica distinta daquela do “poluidor-pagador”, estabelecendo e incentivando a figura do “provedor-recebedor”.

Contudo, a implantação de programas de fomento que estimulam a conservação da “mata em pé” esbarram em algumas questões que necessitam ser mais bem respondidas: quem paga? (ou seja, quais são as fontes de recursos do programa?); quanto pagar? (qual o valor justo ou pelo menos, qual o valor capaz de estimular a manutenção das matas?); por quanto tempo pagar? (pois os produtores rurais se desestimulam com programas de prazos indefinidos ou muito curtos).

Responder a estas questões básicas implica, ao mesmo tempo, conhecer algumas experiências já implantadas e pensar na viabilização de um programa que seja específico para a bacia, capaz de respeitar suas peculiaridades, necessidades e limitações.

As fontes de recursos utilizadas nesses programas têm sido diversas. No programa Produtores de Águas e Florestas, da bacia do Rio Guandu (RJ), criado em 2009 e promovido pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea), os recursos utilizados nos pagamentos aos produtores são obtidos através dos valores arrecadados dos grandes usuários de água da bacia. No projeto Produtor de Água, de Balneário Camburiú/SC, os recursos são investidos pela EMASA (Empresa Municipal de Água e Saneamento). No programa Conservador de Água, criado pela Lei Municipal Nº 2.100, de 21/12/2005, no município mineiro de Extrema, o apoio financeiro vem da própria administração municipal. No programa Oásis (bacias dos rios Ivaí, Pirapó e Tibagi), criado em março de 2009, através de Lei Municipal Nº 058, de 18/03/2009,

no município de Apucarana/PR, o apoio técnico e financeiro aos proprietários rurais habilitados também fica a cargo da municipalidade.

Em Minas Gerais existe o programa Bolsa Verde, instituído pela Lei Estadual Nº 17.727, de 13/08/2008 e regulamentado pelo Decreto Estadual Nº 45.113, de 05/07/2009. Este programa tem por objetivo apoiar a conservação da cobertura vegetal nativa no estado, mediante o pagamento por serviços ambientais aos proprietários e posseiros que já preservem ou que se comprometam a recuperar a vegetação de origem nativa nas propriedades ou posses ([www.ief.mg.gov.br/bolsa-verde](http://www.ief.mg.gov.br/bolsa-verde)). A fonte financiadora do programa é o próprio Governo do Estado de Minas Gerais, através do IEF (Instituto Estadual de Florestas).

Debate mais acalorado refere-se aos valores pagos por esses “serviços ambientais prestados” e é aqui que parece se encontrar uma das razões que explicam o ainda não pleno sucesso desses programas.

Os valores pagos aos produtores rurais pela manutenção das matas em sua propriedade são muito variáveis, às vezes pouco estimulantes. A lei que criou o programa Conservador de Água, de Extrema/MG, estabeleceu que o valor de referência (VR) a ser pago aos produtores, por hectare/ano, corresponde a 100 (cem) Unidades Fiscais de Extrema (Ufex), cerca de R\$ 187,00. O Projeto Oásis, de Apucarana/PR, prevê o pagamento por nascente preservada na propriedade e os valores transferidos mensalmente podem chegar a até três UFM (Unidade Fiscais do Município), cerca de R\$ 100,00. O programa Bolsa Verde pagou, em 2010, o benefício de R\$ 200,00/hectare/ano ([www.ief.mg.gov.br](http://www.ief.mg.gov.br)).

Estabelecer um valor, que seja ao mesmo tempo, atraente ao produtor e financiável pelo órgão de fomento torna-se a chave dessa questão. Um bom exemplo é dado pela situação vivida pelo Sr. João Alberto Campos, proprietário da Fazenda Campinho, no município de Antônio Carlos e importante referencial para a bacia, por abrigar a nascente do Rio Paraibuna. Ele deseja preservar as nascentes e as matas em sua propriedade, mas reclama da falta de incentivos. Vive do pouco leite produzido por suas 18 vacas e recebe R\$ 0,60 em média por litro.

Segundo ele, a produção diária é de 3 litros por vaca (bem representativo da pobre média regional), o que lhe rende o valor bruto de R\$ 32,40/dia. Por outro lado, o avanço dos rentáveis programas de fomento ao cultivo do eucalipto tende a funcionar como um atrativo quase irresistível. Enquanto cada vaca da propriedade rende cerca de R\$ 657,00/hectare/ano (em valores brutos, pois a quebra natural da

produção, e os gastos com insumos, remédios, mão-de-obra, pastos, ração, currais, o próprio preço da vaca e do árduo trabalho, cortam esse valor para bem menos da metade), a silvicultura, cujos principais custos e insumos (representados pelas mudas, formicidas, capina, adubação e assistência técnica) têm financiamento mais fácil e/ou são prestados pelo órgão de fomento, tem rendimento muito superior.

Embora os valores sejam variáveis, segundo a espécie plantada, o espaçamento adotado e/ou a finalidade (carvão, lenha, móveis etc.), a atividade chega a render, líquido, de R\$ 780,50 a R\$ 935,50/hectare/ano (valores referentes ao programa de fomento desenvolvido pela siderúrgica Arcelor Mittal). Enquanto isso, o programa Bolsa Verde paga R\$ 200,00/hectare/ano. Fica fácil compreender que o maior desafio é encontrar um valor que estimule o produtor a manter a mata em pé, sem substituí-la por pastos ou eucaliptos e que seja, ao mesmo tempo, exequível aos órgãos financiadores.

Junto com o valor a ser pago, há que se definir o prazo do programa. O programa Bolsa Verde prevê um acordo com vigência de 5 anos, prorrogáveis. O programa de Extrema/MG prevê o apoio financeiro por no mínimo 4 anos, mesmo período previsto pelo programa de Apucarana/PR. Seria desejável que estes programas tivessem prazo dilatado, como acontece com a silvicultura, por exemplo, que considerando os três cortes do eucalipto, tem longevidade de 18 a 20 anos. Contudo, programas públicos de fomento estão, em geral, atrelados aos humores políticos, quase sempre pouco confiáveis por longo tempo, já que a continuidade administrativa não tem sido uma das principais características dos nossos dirigentes. Da mesma forma, programas com prazos muito curtos não inspiram confiança e acabam desestimulando a adesão dos produtores.

A implantação de um programa de fomento desse tipo na BCRCO teria um importante alcance ambiental, mas também socioeconômico. Do ponto de vista ambiental teria o objetivo de apoiar a conservação da cobertura vegetal, mediante pagamento aos proprietários, que preservem ou que se disponham a preservar e/ou recuperar a vegetação nativa em suas propriedades. É a valorização da “mata em pé”, que tem sido substituída por pastos de baixa produtividade e, mais recentemente, pela lucrativa cultura do eucalipto. Ao mesmo tempo em que preserva as matas e, por conseqüência, águas e solos, o produtor também se beneficia economicamente, recebendo pelo simples ato de não desmatar.

Pouco mais de 28% da bacia ainda se encontram cobertos por florestas (**Item 4.4.1.2, p.122**), que desempenham importante papel na proteção de nascentes e no controle da erosão superficial, especialmente nos locais de maiores declividades e de solos mais erodíveis, no noroeste da bacia. As unidades hidrográficas que ocupam esta parte da bacia e as demais enquadradas na classe de alta vulnerabilidade à atuação de processos erosivos (**Figura 45, p.172**), devem ter prioridade no desenvolvimento de um programa desse tipo. Nesse caso, a implantação de um programa oficial de fomento, que tenha o objetivo de proteger as matas existentes na bacia e estimular a recuperação de áreas degradadas, além de conferir proteção aos solos, melhorando a qualidade e quantidade das águas armazenadas na Represa de Chapéu D'Uvas, representaria uma importante fonte de renda adicional aos produtores rurais.

Para subsidiar um programa desse tipo, específico para a BCRCD, além de fontes públicas (Estado, municípios consorciados, CEIVAP etc.) e privadas, pode se utilizar parte dos recursos advindos das concessões de outorga pelo uso da água, a serem pagos pelos grandes consumidores da bacia; do chamado "ICMS ecológico", instrumento regido pela Lei Estadual Nº 13.803, de 27/12/2000, criado para beneficiar os municípios que priorizam ações de saneamento básico, unidades de conservação e outras áreas protegidas (<http://www.semاد.mg.gov.br/icms-ecologico>); e do Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Fhidro), que tem por objetivo dar suporte financeiro a programas e projetos que promovam a racionalização do uso e a melhoria, nos aspectos quantitativo e qualitativo, dos recursos hídricos no Estado, inclusive os ligados à prevenção de inundações e o controle da erosão do solo (<http://www.igam.mg.gov.br/fhidro> - acessado em 24/05/2012).

#### **6.2.5.2 – Programa de controle e prevenção da erosão**

Esse programa soma-se a todos os esforços para promover a manutenção e recomposição da cobertura vegetal da bacia, evitando-se a intensificação de processos erosivos e, por conseqüência, o processo de assoreamento, vinculando-se assim à vida útil do manancial.

Deve abranger 4 áreas principais de atuação: as nascentes, as áreas de solo nu, os pastos degradados e as margens da represa. Em todos os casos, a recomposição da cobertura vegetal deverá utilizar, prioritariamente, espécies nativas, sobretudo espécies raras ou ameaçadas.

Como destacava o Relatório de Controle Ambiental realizado pela Serra Azul Engenharia (1995:41), a cobertura vegetal implantada nessas áreas desempenhará inúmeras funções: estabilização de terrenos, proteção contra processos erosivos, embelezamento estético, conservação de espécies vegetais nativas, preservação do material genético das espécies vegetais, e fornecimento de abrigo, alimentação e local de reprodução para a fauna local. Seria conveniente que também fossem implantados corredores ligando estas áreas regeneradas aos remanescentes mais expressivos, com o objetivo de reduzir os efeitos negativos da fragmentação das áreas verdes.

A escolha das espécies e da densidade do plantio deverá ser definida com base em estudos fitossociológicos e florísticos específicos, que poderão contar com o apoio de profissionais e órgãos especializados, como o Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), por exemplo.

O programa de recomposição vegetal e/ou manutenção das matas em áreas de nascentes deverá se adequar às mesmas normas propostas para o programa de manutenção/valorização da mata em pé. Na bacia, muitas dessas nascentes se encontram desprotegidas e brotam em meio à área de pastos e pisoteio constante do gado. Proteger as nascentes é proteger os cursos d'água e, portanto, todos os usos e usuários da bacia e de suas águas.

A recomposição vegetal também deve abranger os pastos degradados e/ou sem uso e que estão anualmente sujeitos à ação das queimadas, assim como as áreas de solo nu (**Item 4.4.1.4, p.126**), diretamente expostos à ação das chuvas e fontes potenciais da erosão superficial e do assoreamento. Reocupar estas áreas com vegetação é destiná-las a um uso mais digno e eficiente, uma vez que a presença das matas evita o impacto direto das gotas de chuva, evita a remoção e transporte de sedimentos, favorece a infiltração e recarga dos lençóis subterrâneos, aumentando a disponibilidade hídrica mesmo nos períodos de seca.

Entretanto, as margens da represa formam a área que merece atenção prioritária. Em alguns trechos, o processo erosivo está de tal forma avançado que o Relatório de Controle Ambiental, da Serra Azul Engenharia (1995:38), propunha

para as áreas com processos mais agudos (escorregamentos de taludes e voçorocas) medidas que abrangiam retaludamento, sistema de drenagem superficial e revegetação.

É oportuno lembrar que a faixa de 100 metros de largura, medida em projeção horizontal, a partir da máxima cota de cheia (no caso da Represa de Chapéu D'Uvas, 741 metros de altitude) é instituída legalmente como área de preservação permanente pela Lei Estadual Nº 14.309, de 19/06/2002, Decreto Estadual Nº 43.710, de 08/01/2004, Resolução CONAMA Nº 302, de 20/03/2002 e Lei Estadual Nº 18.023, 09/01/2009 (**Item 3.8, p.101**).

Essa faixa desempenha importante função de proteção contra o transporte de sedimentos e o assoreamento, mas ao mesmo tempo, é uma das áreas mais desejadas para ocupação, pois facilita o acesso à represa para as várias atividades, de pesca, lazer e uso de embarcações. Na bacia, a faixa de APP marginal à represa é uma área muito frágil, sujeita aos intensos processos erosivos e em muitos trechos, sem proteção de matas, com predomínio de pastos (**Figura 26, p.122**). Nessa faixa, a ocupação deveria ser proibida e os usos restritos, com tolerância apenas para a infraestrutura necessária ao lazer da população local, nos pontos pré-estabelecidos quando da elaboração do inventário do potencial turístico da bacia. Esta faixa de proteção exige um procedimento maior que a recomposição da vegetação, mas um conjunto de ações mais abrangentes que discipline seus usos e ocupação.

Estas áreas marginais guardam enorme potencial de abrigar conflitos de usos, sendo, por isso, áreas prioritárias para o ordenamento territorial de bacias hidrográficas que possuem represas e/ou reservatórios artificiais, como no caso da BCRCO. O tema é de tal relevância que mereceu regulamentação específica através da Resolução CONAMA Nº 302, de 20/03/2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

Considerando a função ambiental desempenhada pelas APP, situadas ao longo dos reservatórios artificiais – de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas – a Resolução CONAMA Nº 302/2002, dentre outras disposições, exige do empreendedor o dever de elaborar e aprovar o Plano de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial

(PACUERA), definido, de acordo com seu artigo 2º, inciso III, como o “conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno de reservatórios artificiais”.

O PACUERA objetiva assim, contribuir para a tomada de decisão nas áreas social, ambiental e institucional; para o direcionamento adequado do uso e ocupação do solo no entorno dos reservatórios; para o aproveitamento do potencial de usos múltiplos das águas e para a gestão integrada ([www.sistemageo.com.br](http://www.sistemageo.com.br)).

A resolução prevê que a aprovação do PACUERA seja precedida de consulta pública e estabelece que ele poderá indicar áreas para implantação de pólos turísticos e lazer no entorno do reservatório artificial, que não poderão exceder a dez por cento da área total de seu entorno e, que tais áreas só poderão ser ocupadas respeitadas a legislação municipal, estadual e federal, desde que a ocupação esteja devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente, e no caso específico, devendo também ter o aval do consórcio gestor e do CBH Preto e Paraibuna.

Como se vê, a presente proposta de disciplinar o uso, ocupação, recuperação e conservação das APP, ao longo da Represa de Chapéu D’Uvas se afigura não só com uma possibilidade, mas como uma obrigação, legalmente regulamentada.

Além do PACUERA, a própria barragem deve ser alvo de plano específico, como prevê a legislação vigente. Trata-se do Plano de Segurança da Barragem, instrumento estabelecido pela Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), Lei Federal Nº 12.334, de 20/09/2010, obrigatório para toda barragem do país.

Para normatizar essa exigência, a ANA, órgão responsável por fiscalizar a segurança das barragens para usos múltiplos de recursos hídricos de domínio da União, editou a Resolução Nº 91, de 02/04/2012, estabelecendo a periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem e da Revisão Periódica de Segurança da Barragem.

O Plano de Segurança deve, obrigatoriamente, ser implantado pelo empreendedor, agente privado ou governamental, com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore o barramento para benefício próprio ou da coletividade, devendo conter dados técnicos de construção, operação e manutenção do empreendimento.

O objetivo é garantir a observância dos padrões de segurança da barragem, de maneira a reduzir a possibilidade de acidentes e suas conseqüências. Embora o

artigo 16, da Resolução 91/2012 tenha estabelecido que os empreendedores devam apresentar o relatório de implantação do Plano de Segurança, até o dia 20/09/2012, essa obrigatoriedade ainda não foi obedecida, pois não existe plano de segurança para a Barragem de Chapéu D'Uvas.

### **6.2.5.3 – Programa de educação ambiental**

Uma das constatações mais claras a partir dos trabalhos de campo e entrevistas realizadas foi o quase absoluto desconhecimento e falta de relações entre a população dos municípios da bacia e a Represa de Chapéu D'Uvas. A falta de informações, as dificuldades de acesso e a falta de estrutura têm restringido o uso da represa a uma categoria muito pequena e específica de usuários, representada por pescadores, homens e cujo lazer acontece aos finais de semana e verão (**Item 4.4.2.1, p.128**).

Esse programa de educação ambiental visa atender preferencialmente a população da bacia e dos quatro municípios de interesse direto, com o objetivo de integrar a represa e essas comunidades e estimular a utilização responsável dos inúmeros atrativos naturais da bacia.

Não se trata de um estímulo ao turismo local, mas de incentivo ao lazer e à educação, através do conhecimento e do contato direto. É possível e viável, por exemplo, a implantação de um programa de visitação à represa, que atenda aos alunos das escolas públicas desses municípios, a começar por aquelas localizadas na própria bacia. Um programa gratuito, realizado com o apoio da CESAMA, que receberia os estudantes e após uma apresentação teórica do histórico, importância e funcionamento da barragem, os levaria para um passeio de barco pela represa.

Para atender a esta e outras demandas, se torna necessário criar uma estrutura de apoio, o que pode ser conseguido através de uma reforma do atual prédio da CESAMA, localizado estrategicamente no alto da barragem, dotando-o de infraestrutura mínima necessária, como sala de recepção, sala de reuniões (que poderia servir, inclusive, como sede do Consórcio do Alto Paraibuna e de suas reuniões), um pequeno museu/memorial histórico da barragem e/ou outros melhoramentos necessários para compor a estrutura elementar para receber alunos e turistas, ou seja, criar um centro de recepção.

Nesse aspecto, merece especial atenção a criação de um museu ou um memorial, que conte e resgate a história de construção da barragem, que está se perdendo. A obra é do antigo DNOS e com sua extinção (em 1990), boa parte dos documentos oficiais foi perdida. Também não foi possível localizar o PCA (Plano de Controle Ambiental) e RCA (Relatório de Controle Ambiental) da barragem, elaborados em 1994, por Furnas Centrais Elétricas, como citado no trabalho da Serra Azul Engenharia (1997:01). Outros importantes documentos históricos estão acumulados em condições inadequadas no prédio da CESAMA, localizado próximo à barragem, sendo consumidos por traças, umidade e abandono.

Se de um lado se perde a história documental, de outro se está perdendo a história oral, aquela que pode ser contada por quem viveu as muitas fases da obra. Personagens importantes como Itamar Franco e Jorge Staico já se foram e outros, como Frei Justino Burgers Nascimento, Albano Délio Fernandes, Rubens Coelho de Mello e antigos moradores das vilas inundadas, personagens que possuem material e memória viva da história, precisam ter registrada sua contribuição.

Todas as atividades elencadas nesse programa podem ser realizadas com o apoio da Universidade Federal de Juiz de Fora, através de convênio, abrindo rica possibilidade de atuação para diversos estagiários, de diferentes cursos (história, turismo, engenharia, biologia, geografia, arquitetura etc.), o que seria bom para os acadêmicos e para a comunidade da bacia.

Os planos e programas aqui sugeridos têm a bacia como área de abrangência, mas muitas ações podem (e devem) ser aplicadas especificamente às suas unidades hidrográficas. O **quadro 7** apresenta um resumo das principais potencialidades e fragilidades de cada uma delas e o **quadro 8**, aponta algumas recomendações específicas.

### Quadro 7 - Potencialidades e fragilidades das unidades hidrográficas da BCRC

UH	Potencialidades	Fragilidades
B 01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: nascente do Rio Paraíba e matas;</li> <li>• Potencial turístico;</li> <li>• Facilidade de acesso pela MG 135;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilidade de acidentes com cargas perigosas (MG 135);</li> <li>• Áreas de solo exposto (2,29% da UH);</li> <li>• Solos de baixa fertilidade e relevo montanhoso;</li> <li>• Pequena área disponível à ocupação;</li> </ul>
BD 02	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: cachoeiras e matas;</li> <li>• Potencial turístico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade de acesso;</li> <li>• Solos de baixa fertilidade e relevo montanhoso;</li> </ul>
BD 03	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planície do Paraíba (expansão da ocupação);</li> <li>• Acesso à represa;</li> <li>• Potencial turístico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade de acesso;</li> <li>• Processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Geração de efluentes sem tratamento (Espírito Santo);</li> <li>• Falta de infraestrutura e saneamento;</li> <li>• Conflitos territoriais intermunicipais;</li> </ul>
BD 04	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: represa (lazer, barcos e pesca);</li> <li>• Potencial turístico;</li> <li>• Facilidade de acesso pela estrada Santos Dumont x Bias Fortes;</li> <li>• Acesso à represa;</li> <li>• Grande área disponível à ocupação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Geração de efluentes sem tratamento (Cachoeirinha e Corujas);</li> <li>• Falta de infraestrutura e saneamento nas localidades;</li> <li>• Avanço da silvicultura substituindo matas;</li> <li>• Conflitos territoriais intermunicipais;</li> <li>• Pequena área coberta por matas;</li> </ul>
BD 05	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: matas, represa;</li> <li>• Facilidade de acesso pela estrada Santos Dumont x Bias Fortes;</li> <li>• Acesso à represa;</li> <li>• Potencial turístico;</li> <li>• Grande área disponível à ocupação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Geração de efluentes sem tratamento (São Bento e Pião);</li> <li>• Estradas vicinais em mal estado de conservação;</li> <li>• Falta de infraestrutura e saneamento nas localidades;</li> </ul>
BD 06	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: represa (lazer e pesca);</li> <li>• Acesso à represa;</li> <li>• Potencial turístico;</li> <li>• Grande área disponível à ocupação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade de acesso, com estradas vicinais em mal estado de conservação;</li> <li>• Processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Área de solo exposto (2,53% da UH);</li> </ul>
BD 07	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: represa; lazer (cachoeiras) e pesca;</li> <li>• Acesso à represa e à barragem pela entrada principal da CESAMA;</li> <li>• Potencial turístico;</li> <li>• Grande área disponível à ocupação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estradas vicinais em mal estado de conservação;</li> <li>• Processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Área de solo exposto (2,40% da UH);</li> <li>• Pequena área coberta por matas;</li> </ul>
BE 08	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: cachoeiras; matas;</li> <li>• Potencial turístico;</li> <li>• Facilidade de acesso pela MG 135;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de efluentes sem tratamento (Barulho);</li> <li>• Solos de baixa fertilidade e relevo montanhoso;</li> <li>• Estradas vicinais em mal estado de conservação;</li> <li>• Falta de infraestrutura e saneamento nas localidades;</li> </ul>
BE 09	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: cachoeiras; matas;</li> <li>• Potencial turístico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade de acesso;</li> <li>• Solos de baixa fertilidade e relevo montanhoso;</li> <li>• Estradas vicinais em mal estado de conservação;</li> </ul>
BE 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidade de acesso pela Rodovia 499 – bairro Mantiqueira - Passa Três;</li> <li>• Grande área disponível à ocupação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de efluentes sem tratamento (Passa Três);</li> <li>• Conflitos territoriais intermunicipais;</li> <li>• Falta de infraestrutura e saneamento nas localidades;</li> </ul>
BE 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativo: represa (lazer, barcos, natação e pesca);</li> <li>• Facilidade de acesso pela estrada Santos Dumont x Bias Fortes;</li> <li>• Acesso à represa;</li> <li>• Potencial turístico;</li> <li>• Grande área disponível à ocupação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avanço da ocupação às margens da represa;</li> <li>• Processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Geração de efluentes sem tratamento (Nova Dores do Paraíba e Samambaia);</li> <li>• Falta de infraestrutura e saneamento nas localidades;</li> <li>• Conflitos territoriais intermunicipais;</li> </ul>
BE 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos; represa (lazer, natação, barcos e pesca); turismo (Hotel-fazenda);</li> <li>• Facilidade de acesso pela estrada Santos Dumont x Bias Fortes;</li> <li>• Acesso à represa;</li> <li>• Potencial turístico;</li> <li>• Grande área disponível à ocupação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avanço da ocupação irregular na localidade de Paraíba e nas margens da represa;</li> <li>• Processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Geração de efluentes sem tratamento (Paraíba e Hotel-fazenda Alvorada);</li> <li>• Avanço da silvicultura substituindo matas;</li> <li>• Pequena área coberta por matas;</li> <li>• Falta de infraestrutura e saneamento nas localidades;</li> </ul>
BE 13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrativos: represa (lazer, natação, barcos e pesca);</li> <li>• Facilidade de acesso a partir de Ewbank da Câmara, pela estrada que dá acesso à balsa;</li> <li>• Acesso à represa;</li> <li>• Potencial turístico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avanço da ocupação às margens da represa;</li> <li>• Processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Área de solo exposto (3,37% da UH – maior índice);</li> <li>• Pequena área disponível à ocupação;</li> <li>• Pequena área coberta por matas;</li> </ul>

## Quadro 8 – Ações e recomendações para as unidades hidrográficas da BCRC

UH	Ações e recomendações
B 01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário;</li> <li>• Medidas de proteção contra acidentes com cargas perigosas na MG 135;</li> <li>• Recuperação das áreas degradadas e de solo exposto;</li> <li>• Proteção das nascentes do Rio Paraibuna, com a criação de uma unidade de conservação oficial;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BD 02	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorias das vias de acesso e de circulação;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BD 03	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solução de questões territoriais intermunicipais;</li> <li>• Controle do processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Restrição ao uso de embarcações motorizadas;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e de circulação;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Melhoria da infraestrutura básica e saneamento da localidade do Espírito Santo, incluindo tratamento de efluentes;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BD 04	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle e normatização da atividade de silvicultura;</li> <li>• Solução de questões territoriais intermunicipais;</li> <li>• Controle do processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Restrição ao uso de embarcações motorizadas;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e de circulação;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Melhoria da infraestrutura básica das localidades de Cachoeirinha e Corujas, incluindo tratamento de efluentes;</li> <li>• Criação de infraestrutura básica nas atuais áreas de lazer e pesca;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BD 05	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle do processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Restrição ao uso de embarcações motorizadas;</li> <li>• Melhorias das vias de circulação;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Melhoria da infraestrutura básica das localidades de São Bento e Pião, incluindo tratamento de efluentes;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BD 06	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle do processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Recuperação das áreas degradadas e de solo exposto;</li> <li>• Restrição ao uso de embarcações motorizadas;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e circulação;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BD 07	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle do processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Recuperação das áreas degradadas e de solo exposto;</li> <li>• Restrição ao uso de embarcações motorizadas;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e de circulação;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Criação de infraestrutura básica nas atuais áreas de lazer e pesca;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BE 08	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteção das áreas de florestas;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e de circulação;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Melhoria da infraestrutura básica da localidade do Barulho, incluindo tratamento de efluentes;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BE 09	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteção das áreas de florestas;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e de circulação;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BE 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solução de questões territoriais intermunicipais;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e estradas vicinais;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Melhoria da infraestrutura básica da localidade de Passa Três, incluindo tratamento de efluentes;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BE 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria no sistema educacional, com criação de cursos técnicos (nível médio) na vila de Nova Dorez do Paraibuna;</li> <li>• Normatização dos usos, ocupação e parcelamento do solo em Nova Dorez do Paraibuna (de área urbana);</li> <li>• Solução de questões territoriais intermunicipais;</li> <li>• Controle do processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e estradas vicinais;</li> <li>• Restrição ao uso de embarcações motorizadas;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Melhoria da infraestrutura das localidades de Nova Dorez do Paraibuna e Sambaíba, incluindo tratamento de efluentes;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Criação de infraestrutura básica nas atuais áreas de lazer e pesca;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BE 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle e normatização da atividade de silvicultura;</li> <li>• Controle do processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Restrição ao uso de embarcações motorizadas;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso e estradas vicinais;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Melhoria da infraestrutura básica de Paraibuna, com tratamento dos efluentes da localidade e do hotel-fazenda Alvorada;</li> <li>• Criação de infraestrutura básica nas atuais áreas de lazer e pesca;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>
BE 13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle do processo erosivo às margens da represa;</li> <li>• Recuperação das áreas degradadas e de solo exposto;</li> <li>• Restrição ao uso de embarcações motorizadas;</li> <li>• Melhorias das vias de acesso;</li> <li>• Melhoria técnica do sistema agropecuário e silvicultural (diversificação de espécies) e de sistema (agrossilvicultural);</li> <li>• Criação de infraestrutura básica nas atuais áreas de lazer e pesca;</li> <li>• Estímulo à pesquisa científica;</li> <li>• Definição de usos e atividades permitidas, desejadas, proibidas e condicionadas (turismo, ocupação, abertura de vias etc.);</li> </ul>

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Num programa do canal Globo News, exibido em 2003, o professor Aldo Rebouças afirmava, sobre a relação entre a sociedade e os recursos hídricos, que é mais importante saber usar a água, do que ostentar sua abundância. De fato, existe uma grande diferença entre possuir e saber utilizar esse recurso.

Essa situação, infelizmente, caracteriza inúmeras cidades, como é o caso de Juiz de Fora. As relações entre seu processo de urbanização e seus recursos hídricos têm sido marcadas, sobretudo, pelo insucesso, com significativos prejuízos ambientais e econômicos para toda sociedade.

Embora possuidora de uma rica malha hídrica, caracterizada por uma alta densidade de drenagem, a histórica falta de planejamento e gestão adequada, tem feito com que ela se abasteça com água trazida de locais cada vez mais distantes, confirmando o lamentável paradoxo de que inviabilizamos as águas que mais estão próximas às fontes de consumo. A histórica ausência de uma política específica para ocupação dos mananciais de Juiz de Fora trouxe aos mesmos profundos impactos negativos, tanto em relação à qualidade, quanto à quantidade de água armazenada.

Em grande medida, decorre dessa situação, a necessidade atual da cidade se abastecer com as águas da Represa de Chapéu D'Uvas, localizada a cerca de 41km do centro urbano e em território de outros municípios. É necessário rever essa concepção, substituindo a omissão administrativa, que prevaleceu como regra no processo de gestão dos atuais mananciais públicos, pela decisão oportuna de planejar sua utilização, sob a pena de em poucos anos, termos que procurar outro manancial para atender à crescente demanda.

Depois de mais de 3 anos de estudos torna-se possível apontar algumas conclusões e recomendações, especialmente em relação aos três maiores problemas da BCRC: sua configuração político-administrativa; os processos de erosão superficial e conseqüente assoreamento da represa; e a introdução de efluentes domésticos sem prévio tratamento. Todos diretamente relacionados à redução da quantidade e à degradação da qualidade das águas desse novo manancial.

Considerando suas características físicas, é possível concluir que toda a bacia se mostra como um ambiente frágil e muito vulnerável à intervenção humana.

Como revelado pelo zoneamento físico-ambiental (**Capítulo 5**), suas diferentes unidades hidrográficas foram enquadradas nas classes de média e alta vulnerabilidade, especialmente por conjugar características predisponentes à ação de processos erosivos superficiais, como a presença de solos erodíveis (sobretudo nas áreas de ocorrência de cambissolos), grandes declividades, relevo movimentado (com presença de montanhas e serras) e onde dominam pastos empobrecidos, que sustentam uma atividade pecuária leiteira de baixos rendimentos.

A metodologia utilizada para avaliar a vulnerabilidade da bacia mostrou resultados teóricos muito semelhantes à sua realidade. Contudo, nenhum dos parâmetros levados em consideração parece ser mais importante, na definição de sua vulnerabilidade, do que a cobertura do solo, diretamente relacionada à presença da sociedade e de suas atividades transformadoras. A substituição da cobertura vegetal original é a maior responsável pelas áreas com processos erosivos, independentemente do tipo de solo, das formas de relevo ou das declividades. Por isso, o avanço de atividades como a silvicultura, com a monocultura do eucalipto, deve merecer atenção especial, pois embora represente uma importante atividade econômica local, acaba por substituir matas, impactando negativamente na proteção conferida aos solos. O mesmo se aplica à ocupação humana (loteamentos, hotéis etc.), à abertura de novas vias e à atividade pecuária, que tendem a intensificar, na mesma medida, a ação da sociedade e os problemas da bacia.

De maneira semelhante, a introdução de esgotos orgânicos, sobretudo domésticos, sem prévio tratamento, também produto das atividades humanas, pode implicar na degradação da qualidade das águas da represa, principalmente pela eutrofização e pela criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento das cianobactérias, problema dos mais graves que atingem o manancial.

Por tudo isso, a insistência na necessidade de adoção e implantação de medidas corretivas e, em especial, preventivas, que deverão compor e orientar o sugerido plano diretor de ordenamento territorial, que deve se pautar, dentre outras, em duas premissas fundamentais: tomar a bacia como unidade de intervenção e promover sua gestão de forma conjunta, fruto da difícil, mas necessária articulação entre Juiz de Fora e os municípios de montante.

O fato de a bacia constituir a unidade espacial a ser adotada nos processos de gestão, intervenção e planejamento, não implica negligenciar que existam inúmeras relações (ambientais, sociais, culturais, econômicas, jurídicas e políticas)

que se processam de forma externa a ela e que necessitam ser consideradas. Fluxos econômicos e dinâmicas demográficas, por exemplo, não se circunscrevem exclusivamente à bacia. Da mesma forma, existe uma complexa rede de relações sociais que se processam de forma independente de seus limites. Como nos foi possível constatar durante os trabalhos de campo, o conceito apenas físico de bacia hidrográfica ‘perde de longe’ para os laços estabelecidos por uma comunidade, especialmente nas áreas rurais, onde um divisor serve, seguramente, para separar as águas, mas não as relações entre pessoas. Da mesma forma, não se pode desconsiderar que existem relevantes restrições político-administrativas, pois a bacia abrange municípios diferentes, o que tende a gerar complicadores ao processo de gestão.

Tudo isso, no entanto, não implica em descaracterizá-la como unidade territorial de intervenção. Pelo contrário, construir e desenvolver um modelo de gestão compartilhada, negociada e consorciada da bacia, entre Juiz de Fora, que em breve se beneficiará de suas águas para abastecimento, e os municípios formadores da bacia de contribuição, Ewbank da Câmara, Antônio Carlos e Santos Dumont, torna-se condição fundamental para o sucesso de sua utilização.

A articulação entre esses municípios, sob a forma de um consórcio (como sugerido no **Capítulo 6**), ou outra forma de associativismo, torna-se opção importante e ação fundamental para solucionar os vários conflitos de interesse. Para consolidar esse objetivo, é imprescindível a determinação política das atuais e futuras administrações municipais, cuja negligência tem tornado a integração regional cada vez mais distante. O processo de gestão da bacia tem que conjugar, obrigatoriamente, fundamentação técnica, exequibilidade financeira e viabilidade política.

O plano diretor de ordenamento territorial aqui sugerido deverá regulamentar e disciplinar as futuras atividades econômicas, os usos do solo, os modelos de ocupação e de parcelamento a serem efetivados na bacia, numa clara opção por se tratar as causas e não remediar as consequências.

Entre as atividades econômicas possíveis de desenvolvimento e implantação na bacia, duas merecem atenção especial e prioritária: a atividade turística e a ocupação humana, especialmente sob a forma de loteamentos.

Como discutido no Diagnóstico Socioeconômico (**Capítulo 4**), a atividade turística requer breve normatização, pois a beleza e os atrativos paisagísticos locais,

inclusive a represa, aliado ao déficit regional de áreas destinadas ao lazer, funcionam como estimulantes ao desenvolvimento dessa atividade.

Embora tímida, deverá se transformar numa das atividades econômicas mais importantes da bacia. Parece ser uma questão de tempo e de circunstâncias, que tendem a se tornar mais favoráveis com as melhorias de acesso, como o asfaltamento da Rodovia MG 135.

O objetivo deve ser conciliar a manutenção da qualidade das águas da Represa de Chapéu D'Uvas, que se destinarão ao abastecimento público, com o desenvolvimento dessa atividade, que pode se constituir numa importante alternativa de renda e oportunidades, capaz de alavancar a frágil economia local.

Da mesma maneira, o estabelecimento de uma política específica que oriente a ocupação humana na bacia constitui medida fundamental para seu ordenamento territorial e sua gestão eficiente. Ela deve definir usos, modelos de ocupação e de parcelamento do solo, e através de instrumentos e mecanismos de intervenção (alguns deles, discutidos no **Capítulo 6**) estimular ou restringir a ocupação de certas áreas, segundo suas potencialidades ou fragilidades. Ou seja, definir o que, onde, quanto e como fazer.

Como a bacia ainda se caracteriza pela baixa densidade de ocupação, pela reduzida população total e pelo desenvolvimento de atividades tipicamente rurais torna-se possível, viável e oportuna a implantação de uma política de ocupação que seja bastante eficaz, que tenha caráter preventivo e não sirva apenas para solucionar situações problemáticas em curso.

Outra diretriz importante se relaciona aos usos múltiplos dos recursos hídricos da bacia, que constitui um dos fundamentos mais importantes instituídos pela Lei Nº 9.433/97. Esta situação suscita um debate acalorado, opondo, de maneira geral, duas linhas de pensamento/ação. De um lado, a situação ideal, desejada, de manter o manancial livre da ocupação humana, em processo de ampla preservação. De outro lado, a realidade, por tratar-se de uma área já ocupada, onde são desenvolvidas várias atividades econômicas e que deverá se consolidar como local de ocupação e atividades ligadas ao turismo.

Como a ocupação humana e suas atividades parecem compor uma realidade inexorável para a bacia, parece mais coerente implantar uma política específica de uso de seus recursos hídricos, que deve levar em consideração, além do futuro abastecimento público, também os demais usos, necessários e vislumbrados pela

população de montante, anseio legítimo dos municípios que formam a bacia de contribuição, como, por exemplo, a atividade turística, entendida por moradores, prefeitos e mesmo pelo plano diretor de Ewbank da Câmara, em fase de conclusão, como atividade capaz de oxigenar a frágil economia regional.

Da mesma forma, é necessário estruturar e implantar políticas específicas de incentivo às atividades rurais, gerando renda, emprego e bem estar à população local. Implantar e estimular programas fundamentais, como aqueles sugeridos no **Capítulo 6**, de controle e prevenção de erosão, de educação ambiental, de proteção de nascentes, de recuperação de áreas degradadas, de fomento à conservação da mata em pé e de melhorias de saneamento e infraestrutura nas comunidades, entre outros, não objetiva somente melhorar a qualidade ambiental da bacia, mas, sobretudo a qualidade de vida de sua população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 2ª edição. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALCÂNTARA JÚNIOR, Luiz Carlos. **Diagnóstico dos impactos sócio-ambientais da Represa de Chapéu D'Uvas e análise de sua importância para o município de Juiz de Fora**. Juiz de Fora, 2007. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Curso de Geografia, Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

ALMEIDA, Flávio Gomes de. O ordenamento territorial e a Geografia Física no processo de gestão ambiental. In: SANTOS, Milton et al. **Território, Territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. p. 332-352.

ALMEIDA, Flávio Gomes de & PEREIRA, Luiz Firmino Martins. O papel da distribuição e da gestão dos recursos hídricos no ordenamento territorial brasileiro. In: ALMEIDA, Flávio Gomes de & SOARES, Luiz Antônio Alves (Orgs.). **Ordenamento territorial: coletânea de textos com diferentes abordagens no contexto brasileiro**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 85-113.

ANDRADE, Manuel Correia de. **A questão do território no Brasil**. 2ª edição. São Paulo: HUCITEC, 2004.

ARAUJO, Gustavo Henrique de, ALMEIDA, Josimar Ribeiro de & GUERRA, Antônio José Teixeira. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BASTOS, Wilson de Lima. Do Caminho Novo dos Campos Gerais à estrada de rodagem União & Indústria e Estrada de Ferro D. Pedro II. In: **História Econômica de Juiz de Fora** (Subsídios). Juiz de Fora: IHG, 1987. p. 09-30.

BELTRAME, Ângela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas – modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BIANCHINI, Valter; ALMEIDA, Luciano de & GANDARA, Guilherme. Atividades econômicas compatíveis com áreas de mananciais no meio rural. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio (Editor). **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 2003. p. 317-383.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado & SILVA, Antônio Soares da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, Antônio Carlos & GUERRA, Antônio José Teixeira (Orgs.). **Reflexões sobre Geografia Física no Brasil**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-192.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares da & BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 269-300.

BOTTI, Carlos Alberto Hargreaves. **Companhia Mineira de Eletricidade**. Belo Horizonte: CEMIG, 1994.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRANCO, Samuel Murgel & ROCHA, Aristides Almeida. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas**. São Paulo: Edgard Blücher/CETESB, 1977.

BRANDÃO, Cristina Célia Silveira & AZEVEDO, Sandra Maria Feliciano de Oliveira. **Cianobactérias tóxicas: impactos na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Brasília: FUNASA, 2001.

BRANDÃO, Nara Leane Moreira da Costa & LOPES, Shirley Santos. **Ecologia e meio ambiente – mais de mil conceitos**. Volta Redonda: Fundação Educacional Rosemar Pimentel, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Programa nacional de microbacias hidrográficas**. Brasília: EMBRATER, 1987.

CARVALHO, Luciana Retz de. Cianotoxinas. In: SANT'ANNA, Célia Leite et al. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. p. 9-18.

CARVALHO, Sílvia Méri. **O diagnóstico físico-conservacionista – DFC como subsídio à gestão ambiental da bacia hidrográfica do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa/PR**. Presidente Prudente, 2004. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2004.

CAUBET, Christian Guy & FRANK, Beate. **Manejo ambiental em bacia hidrográfica – o caso do Rio Benedito (Projeto Rio-Itajaí I) – das reflexões teóricas às necessidades concretas**. Florianópolis: Fundação Água Viva, 1993.

CEIVAP (Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul); AGEVAP (Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul); COPPETEC (Fundação Coordenação de projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos). **Plano de recursos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul – caderno de ações da área de atuação do PS1** (Anexo 3 do relatório contratual R-10). Rio de Janeiro: CEIVAP/AGEVAP/COPPETEC, 2006.

CETEC (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS). **Bacia do Rio Paraíba do Sul – parte mineira da sub-bacia do Rio Paraibuna**. Belo Horizonte: CETEC, 1979.

CHORLEY, Richard J. The drainage basin as the fundamental geomorphic unit. In: CHORLEY, Richard J. (Editor). **Water, earth and man – a synthesis of hydrology**,

**geomorphology and socio-economic geography.** London: Methuen & Co. Ltd., 1969. p.77-99.

CIRIGLIANO, Raphael. **Relatório apresentado ao senhor Governador do Estado pelo prefeito Raphael Cirigliano – exercício de 1940.** Juiz de Fora: Companhia Dias Cardoso, 1941.

COSTA, Joaquim Ribeiro. **Toponímia de Minas Gerais.** 2ª edição. Belo Horizonte: BDMG Cultural, 1997.

COUTO, Ângela Oliveira & ROCHA, Isaura Regina Azevedo. **Juiz de Fora em dois tempos.** Juiz de Fora: ESDEVA/Tribuna de Minas, 1996.

CREPANI, Edison et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos/SP: INPE, 2001.

CUNHA, Luis Henrique & COELHO, Maria Célia Nunes. Política e gestão ambiental. In: GUERRA, Antônio José Teixeira & CUNHA, Sandra Baptista (Orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 43-79.

DALLABRIDA, Valdir Roque et al. **Gestão territorial e multiescalaridade na descentralização político-administrativa de dois estados do sul do Brasil.** XI Colóquio Internacional sobre Poder local, Salvador, 14-16/dezembro, 2009. ([http://www.unc.br/mestrado/mestrado\\_materiais/ARTIGO\\_GEST%C3%83O\\_TERRITORIAL-Col%C3%B3quio\\_Bahia-.pdf](http://www.unc.br/mestrado/mestrado_materiais/ARTIGO_GEST%C3%83O_TERRITORIAL-Col%C3%B3quio_Bahia-.pdf) – acessado em julho/2012).

DIAS, Marilza do Carmo Oliveira. **Manual de impactos ambientais – orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas.** Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

DULCI, Otávio Soares. Juiz de Fora e os dilemas do desenvolvimento mineiro. In: NEVES, José Alberto Pinho; DELGADO, Ignácio José Godinho & OLIVEIRA, Mônica

Riberio de (Orgs.). **Juiz de Fora: história, texto e imagem**. Juiz de Fora: FUNALFA, 2004. p. 69-76.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília/Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA. **Revitalização do Rio Paraibuna, projeto básico e executivo da ETE Barbosa Lage e apoio técnico – Programa de revitalização ambiental do leito do Rio Paraibuna**. Juiz de Fora: ENGESOLO/CESAMA, 2007.

EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA)/SONDOTÉCNICA. **Avaliação ambiental integrada dos aproveitamentos hidroelétricos da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. 2007. (disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br) – acessado em julho/2010).

FEAM (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE). **Bacia do Rio Paraibuna – enquadramento das águas**. Belo Horizonte: FEAM, 1995.

FEEMA (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE). **Vocabulário básico de meio ambiente**. Rio de Janeiro: FEEMA, 1990.

FELIX, Iara Musse, KAZMIERCZAK, Marcos Leandro & ESPÍNDOLA, Giovana Mira de. RapidEye: a nova geração de satélites de observação da Terra. In: **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, 25-30/abril, 2009, INPE, p. 7619-7622.

FONSECA, Walter. **Pequena enciclopédia da cidade de Juiz de Fora – gente, fatos e coisas**. São Paulo: Ícone, 1987.

FORMIGA-JOHNSSON, Rosa Maria (Coord.). **O CEIVAP e a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul - um relato da prática**. Rio de Janeiro: GESTEC/CAIXA, 2005.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS. **Barragem de Chapéu D'Uvas – prestação de contas, informações complementares**. Rio de Janeiro: Furnas Centrais Elétricas S.A., 1996.

GANZELI, José Paulo. Aspectos ambientais do planejamento dos recursos hídricos: a bacia do Rio Piracicaba. In: TAUKE, Sâmia Maria; GOBBI, Nivar & FOWLER, Harold Gordon (Orgs.). **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. São Paulo: FAPESP/FUNDUNESP, 1991. p. 108-113.

GASPAR, Jorge. Perspectivas da Geografia para o Século XXI. In: El Territorio y Su imagen – ponências y mesas redondas, Actas (Conferencia de Clausura - **XVI Congreso de geógrafos españoles**). Málaga: Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga (CEDMA), 2000, p. 323-334.

GÓES, Hildebrando de Araújo. **Inundações do Paraibuna em Juiz de Fora**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943.

GROSS, Patrício. Ordenamiento territorial: el manejo de los espacios rurales. **Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (EURE)**. Volume 24, Nº 73, dezembro/1998, Pontífica Universidad Católica de Chile, Santiago. P. 1-6.

HAESBAERT, Rogério. Ordenamento territorial. In: **Boletim Goiano de Geografia**. v. 26, nº 01, janeiro/junho, 2006. p.117-124.

HIDALGO, Pedro. **Curso de manejo conservacionista em bacias hidrográficas** (Apostila nº 7, Diagnóstico físico-conservacionista). Londrina/PR: Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA), 1990.

HOTT, Marcos Cicarini, GUIMARÃES, Marcelo & MIRANDA, Evaristo Eduardo de. **Método para determinação automática de áreas de preservação permanente em topo de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: EMBRAPA Monitoramento por satélite, 2004.

JARDIM, Fernando Antônio et al. Implantação do monitoramento de fitoplâncton com ênfase em cianobactérias nos mananciais da CESAMA – Juiz de Fora/MG. In: **Anais do IX Congresso Brasileiro de Limnologia**. Juiz de Fora, 2003.

LANNA, Antônio Eduardo Leão. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.

LEME ENGENHARIA. **Plano diretor de abastecimento de água da área urbana de Juiz de Fora** (v. III). Belo Horizonte: Leme Engenharia, 1985.

LEMOS, Raimundo Costa de & SANTOS, Raphael David dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: SBCS, 1982.

LIMA-E-SILVA, Pedro Paulo de; GUERRA, Antônio José Teixeira & MOUSINHO, Patrícia (Orgs.). **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 1999.

MACEDO, Ricardo Kohn de. Metodologias para a sustentabilidade ambiental. In: TAUKE-TORNISIELO, Sâmia Maria et al. (Org.). **Análise ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: T. A. Queiroz/Fundação Salim Farah Maluf/UNESP, 1995. p. 77-102.

MACHADO, Pedro José de Oliveira. Juiz de Fora: polarização e movimentos migratórios. In: **Revista Geosul**. Florianópolis: UFSC, Vol. 12, nº 23, janeiro/junho, 1997. p. 121-137.

MAFRA, Francisco & SILVA, J. Amado da. **Planejamento e gestão do território**. Porto (Portugal): Sociedade Portuguesa de Inovação, 2004. (disponível em [http://www2.spi.pt/inovaut/docs/Manual\\_X.pdf](http://www2.spi.pt/inovaut/docs/Manual_X.pdf) - acessado em julho/2012);

MAGALHÃES Jr., Antônio Pereira. Gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil: os riscos das manchas territoriais de desinformação – o caso de São Gonçalo do Sapucaí (sul de Minas Gerais). In: **A Água em Revista**. Belo Horizonte: CPRM, Ano V, nº 09, Novembro, 1997. p. 14-20.

MAGNA ENGENHARIA LTDA. **Estudo de viabilidade para alternativas de captação de água em Juiz de Fora – relatório final das soluções alternativas para captação de água: memorial descritivo.** Porto Alegre: Magna Engenharia, maio/2003a.

MAGNA ENGENHARIA LTDA. **Elaboração de projeto básico do sistema adutor de água bruta em Juiz de Fora, Minas Gerais – volume 1.1 memorial descritivo.** Porto Alegre: Magna Engenharia, novembro/2003b.

MELLO, Rubens Coelho de. **Abastecimento de água de Juiz de Fora – síntese de uma trajetória de 150 anos.** Juiz de Fora: S/E, 2004.

MELLO FILHO, José Américo de & ROCHA, José Sales Mariano da. Planejamento do uso da terra da sub-bacia hidrográfica do Rio Sesmaria, em Resende/RJ. In: **Revista Ensino e Pesquisa.** Santa Maria: Departamento de Geociências, nº 6/7, setembro, 1994. p. 93-108.

MELO, Ordilei Aparecido Gaspar de & SANTOS, Manoel Luiz dos. Análise comparativa da vulnerabilidade ambiental potencial ou emergente da bacia hidrográfica do Rio Baiano – Assis Chateaubriand/PR. In: **Boletim de Geografia Maringá.** Maringá/PR: Departamento de Geografia/UEM, v. 28, nº 2, 2010. p. 17-27.

MIN (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL). **Anais da oficina sobre a política nacional de ordenamento territorial, realizada em Brasília, em 13-14 de novembro de 2003.** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005.

MIN (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL). **Subsídios para a definição da política nacional de ordenação do território – PNOT (Versão Preliminar).** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2006.

MINTER (MINISTÉRIO DO INTERIOR); DNOS (DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO). **Projeto Paraibuna – especificações: Barragem Chapéu D'Uvas.** Brasília, Rio de Janeiro: MINTER/DNOS, 1976.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Atlântico Sudeste – caderno da região hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE); CONSORCIO ZEE BRASIL. **Zoneamento ecológico-econômico da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno – RIDE/DF – diagnóstico temático preliminar/documento para discussão**. Brasília: MMA/Consórcio ZEE Brasil, 2004.

MORAES, Antônio Carlos Robert. Ordenamento territorial: uma conceituação para o planejamento estratégico. In: Ministério da Integração Nacional (MIN). **Anais da oficina sobre a política nacional de ordenamento territorial, realizada em Brasília, em 13-14 de novembro de 2003**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. p. 43-47.

MOTA, Suetônio. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza: UFC, 1981.

MOTA, Suetônio. **Preservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1988.

NACIF, Paulo Gabriel Soledade et al. **Ambientes naturais da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira**. Cruz das Almas: S/E, 2003. (Disponível em [www.corredores.org.br/?pageld=adminOpenDoc&docId=1664](http://www.corredores.org.br/?pageld=adminOpenDoc&docId=1664))

NAKAZAWA, Valdir. Sistemas de integração ambiental. In: MACHADO, Carlos José Saldanha (Org.). **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 301-330.

NASCIMENTO, Carlos Melchior do et al. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto**. Goiânia, 16-21/abril, 2005, INPE, p. 2289-2296.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues & CARVALHO, Osires. Bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão geoambiental: uma proposta metodológica. In:

**Revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Niterói.**  
Ano 1, Julho/Dezembro, 2005.

NASSUR, Gustavo Rosendo Ibrahim; COELHO, Germano Reis & PAIVA, Luiz Evaristo Dias de. Resultados preliminares da correlação entre as concentrações de sedimentos fluviais utilizando o amostrador convencional US-DH49 e o automático 6700-ISCO. In: **I Simpósio de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Zona da Mata Mineira.** Juiz de Fora: Editora da UFJF, 2010.

OLIVEIRA, Marcelo Accioly Teixeira de. Processos erosivos e preservação de áreas de risco e erosão por voçorocas. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares da & BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** 7ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 57-99.

OLIVEIRA, Paulino de. **Companhia Mineira de Eletricidade: pioneira da energia hidrelétrica da América do Sul.** Juiz de Fora: Tipografia Lar Católico, 1969.

OLIVEIRA, Paulino de. **Efemérides juizforanas (1698-1965).** Juiz de Fora: UFJF, 1975.

OLIVEIRA JÚNIOR, Lourival Batista de; MATTOS, Rogério Silva de & BASTOS, Suzana Quinet de A. Esforço pela reindustrialização de Juiz de Fora nos anos 70 e 80: Siderúrgica Mendes Júnior e Companhia Paraibuna de Metais. In: NEVES, José Alberto Pinho; DELGADO, Ignácio José Godinho & OLIVEIRA, Mônica Ribeiro de (Orgs.). **Juiz de Fora: história, texto e imagem.** Juiz de Fora: FUNALFA, 2004. p. 77-88.

OREA, Domingo Gómez. **Ordenación Territorial.** 2ª edição. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2008.

PALAVIZINI, Roseane Simões. **Gestão transdisciplinar do ambiente – uma perspectiva aos processos de planejamento e gestão social no Brasil.**

Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

PEREIRA, José Roberto. Carta de potencialidade social. In: SCOLFORO, José Roberto Soares; OLIVEIRA, Antônio Donizette & CARVALHO, Luís Marcelo Tavares de (Editores). **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: zoneamento e cenários exploratórios**. Lavras: Editora da UFLA, 2008. p. 167-195.

PFAFSTETTER, Otto. Barragem de Chapéu D'Uvas no Rio Paraibuna, no município de Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais – memória justificativa e cálculo. In: **Revista Sanevia**, nº 10, outubro, 1951. p. 13-36.

PHILIPPI Jr, Arlindo & BRUNA, Gilda Collet. Política e gestão ambiental. In: PHILIPPI Jr, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade & BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Curso de gestão ambiental**. Barueri/SP: Manole, 2004. p. 657-714.

PHILIPPI Jr, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade & BRUNA, Gilda Collet. Uma introdução à questão ambiental. In: PHILIPPI Jr, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade & BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Curso de gestão ambiental**. Barueri/SP: Manole, 2004. p. 03-16.

PINTO, Claiton Piva (Org.). **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Folha Lima Duarte SF-23-X-C-VI. Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: DNPM/CPRM, 1991.

PIRES, Anderson. Café e indústria em Juiz de Fora: uma nota introdutória. In: NEVES, José Alberto Pinho; DELGADO, Ignácio José Godinho & OLIVEIRA, Mônica Ribeiro de (Orgs.). **Juiz de Fora: história, texto e imagem**. Juiz de Fora: FUNALFA, 2004. p. 27-49.

PIRES, José Salatiel Rodrigues & SANTOS, José Eduardo dos. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. In: **Ciência Hoje**. São Paulo, v. 19, nº 110, Junho, 1995. p. 40-45.

PJF (PREFEITURA DE JUIZ DE FORA). **Legislação urbana básica**. Juiz de Fora: PJF/IPPLAN, 1987.

PJF (PREFEITURA DE JUIZ DE FORA). **Plano diretor de desenvolvimento urbano**. Juiz de Fora: Concorde, 1996.

RADAMBRASIL. **Projeto RadamBrasil – Volume 32: levantamento de recursos naturais (Folhas SF 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória)**. Rio de Janeiro: MME/Projeto RADAMBRASIL, 1983.

REIS, Maurício Rangel. **A ação do Ministério do Interior e o desenvolvimento nacional**. Brasília: Ministério do Interior, 1978.

ROCHA. César Henrique Barra. **Zona da Mata Mineira – pioneirismo, atualidade e potencial para investimento**. Juiz de Fora: FUNALFA, 2008.

RODRÍGUEZ, Antônio T. Reguera. **Território Ordenado, Território Dominado – espaços, políticas y conflictos en la Espana de la ilustración**. León: Universidad de León/Secretariado de publicaciones, 1993.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo (Org.). **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia – USP**. São Paulo: FFLCH-USP, nº 8, 1994. p. 63-74.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches & DEL PRETTE, Marcos Estevan. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. In: **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: USP, nº 12, 1998. p. 89-121.

SÁ, Rosemari de Fátima Rothen de; BONATTO, Fábio & CRUZETTA, Cátia Silene (Orgs.). **Curso sobre manejo de áreas naturais protegidas**. Curitiba: Universidade Livre do Meio Ambiente, 1994.

SACK, Robert David. **Homo Geographicus – A Framework for Action, Awareness and Moral Concern**, The John Hopkins University Press, Baltimore and London, 1997 (Disponível em: [http://www.amazon.co.uk/Homo-Geographicus-Framework-Awareness-Concern/dp/0801855535#reader\\_0801855535](http://www.amazon.co.uk/Homo-Geographicus-Framework-Awareness-Concern/dp/0801855535#reader_0801855535) - acesso em 24/07/2012).

SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares da & BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 229-267.

SAMAE (SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUAS E ESGOTO); SEMMA (SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE); SMAPA (SECRETARIA MUNICIPAL DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). **Saneamento Básico Rural**. Caxias do Sul: SAMAE/SEMMA/SMAPA. 2009.

SANCHEZ, Roberto O. & SILVA, Teresa Cardoso da. Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem. In: **Cadernos de Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, nº 14, Abril/Junho, 1995. p. 47-53.

SANTOS, Milton. O dinheiro e o território. In: SANTOS, Milton et al. **Território, territórios – ensaios sobre o ordenamento territorial**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. p. 13-21.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCOLFORO, José Roberto Soares; OLIVEIRA, Antônio Donizette & CARVALHO, Luís Marcelo Tavares de (Editores). **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: zoneamento e cenários exploratórios**. Lavras: Editora da UFLA, 2008.

SEAN (SECRETARIA DE ESTADO DE ASSUNTOS MUNICIPAIS); SEMAD (SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

SUSTENTAVEL). **Programa de saneamento ambiental para localidades de pequeno porte em Minas Gerais**. Belo Horizonte: SEAM/SEMAD, 1997.

SERRA AZUL ENGENHARIA. **Barragem Chapéu D'Uvas – informações complementares ao RCA/PCA**. Belo Horizonte: Serra Azul Engenharia, 1995. (v. I).

SERRA AZUL ENGENHARIA. **Barragem Chapéu D'Uvas – informações complementares ao RCA/PCA**. Belo Horizonte: Serra Azul Engenharia, 1997. (v.II).

SILVA, Alexandre Marco da; SCHULZ, Harry Edmar & CAMARGO, Plínio Barbosa de. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA, 2003.

SILVA, João dos Santos Vila da & SANTOS, Rozely Ferreira dos. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. In: **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v. 21, nº 2, Maio/Agosto, 2004. p. 221-263.

SOARES, Maria Carolina Silva. **Fitoplâncton de dois rios na Zona da Mata Mineira submetidos a diferentes graus de impacto antrópico (rios Paraibuna e Pomba)**. Rio de Janeiro, 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, UFRJ, 2003.

SONDOTÉCNICA S. A. **Estudos e projetos executivos da Barragem de Chapéu D'Uvas e da canalização do Rio Paraibuna entre Benfica e a Barragem de Chapéu D'Uvas – projeto executivo da barragem**. Rio de Janeiro/Juiz de Fora: Sondotécnica S. A., 1975, v. I e II.

SONDOTÉCNICA S. A. **Barragem Chapéu D'Uvas – projeto de desapropriação da bacia inundável do Rio Paraibuna – povoado de Paraibuna**. Rio de Janeiro: Sondotécnica S. A., 1982a.

SONDOTÉCNICA S. A. **Barragem de Chapéu D'Uvas – relatório final**. Rio de Janeiro: Sondotécnica S. A., 1982b.

SOUZA, Luiz Cláudio de et al. Estudo do meio físico na avaliação de bacias hidrográficas utilizadas como mananciais de abastecimento. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio & CARNEIRO, Charles (Editores). **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 2005. p. 123-157.

STAICO, Jorge. **A bacia do Rio Paraibuna em Juiz de Fora – Volume II: relatório sintético da situação atual, necessidades e soluções sugeridas**. Juiz de Fora: S/E (original não publicado), 1975.

STAICO, Jorge. **A bacia do Rio Paraibuna em Juiz de Fora – 1ª parte a natureza**. Juiz de Fora: UFJF, 1977.

STRAHLER, Arthur N. **Geografía física**. 6ª edição. Barcelona: Ediciones Omega, 1982.

TAVARES, Edson Diogo; DINO, Karina Jorge & VEDOVOTO, Graciela Luzia. Desenvolvimento e recursos hídricos – atividades econômicas e a qualidade da água na granja modelo na bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. In: THEODORO, Suzi Huff (Org.). **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. p. 71-83.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2003.

TUNDISI, José Galizia & SCHIEL, Dietrich. A bacia hidrográfica como laboratório experimental para o ensino de ciências, geografia e educação ambiental. In: SCHIEL, Dietrich et al. (Org./Editores). **O estudo de bacias hidrográficas – uma estratégia para a educação ambiental**. São Carlos: RIMA, 2003. p. 03-08.

UFJF (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA); PJF (PREFEITURA DE JUIZ DE FORA). **Agenda regional de desenvolvimento da Zona da Mata**. Juiz de Fora: UFJF/PJF, 2011.

UFV (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA); CETEC (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS); UFLA (UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS); FEAM (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE). **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais – legenda expandida**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.

VALENTE, Osvaldo Ferreira & GOMES, Marcos Antônio. **Conservação de nascentes – hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceira**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

VALVERDE, Orlando. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. **Separata de: Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro: IBGE, nº 1, Ano XX, janeiro/março, 1958.

VASCONCELOS, Diodo de. **História média das Minas Gerais**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1999.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1996.