

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO

***ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO
BORÁ: SACRAMENTO/CONQUISTA (MG)***

BEATRIZ APARECIDA BESSA FLORÊNCIO

Uberlândia/MG

2010

BEATRIZ APARECIDA BESSA FLORÊNCIO

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO BORÁ: SACRAMENTO/CONQUISTA (MG)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Geografia e Gestão do Território.

Orientador: Prof. Dr. Washington Luiz Assunção

Uberlândia – MG

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F632a Florêncio, Beatriz Aparecida Bessa, 1980-
Análise geoambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá
[manuscrito]: Sacramento/Conquista (MG) / Beatriz Aparecida Bessa
Florêncio. - 2010.
197 f.: il.

Orientador: Washington Luiz Assunção.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1. Geografia ambiental – Sacramento (MG) - Teses. 2. Geografia
ambiental – Conquista (MG) - Teses. 3. Borá, Ribeirão, Bacia (MG) –
Teses. I. Assunção, Washington Luiz. II. Universidade Federal de
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 911.9:504(815.1)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Beatriz Aparecida Bessa Florêncio

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO BORÁ: SACRAMENTO/CONQUISTA (MG)**

Banca Examinadora

Prof. Dr. Washington Luiz Assunção (Orientador)
Instituto de Geografia – UFU

Prof. Dra. Suely Regina Del Grossi
Curso de Geografia – Faculdade Católica de Uberlândia

Prof. Dra. Vânia Sílvia Rosolen
Instituto de Geografia - UFU

Data: **27 de agosto de 2010**

Resultado: _____

*Ao meu pai, Sr. Paulo Antônio Florêncio;
homem da terra, companheiro no campo,
espelho de alma!*

AGRADECIMENTOS

Não existe pesquisa que se faça sem a colaboração e ajuda de terceiros. Neste caso, muitas pessoas ajudaram e não posso nomeá-las como “terceiros”, porque foram muito importantes para a conclusão do trabalho. Por isso, prefiro chamá-las de amigos e espíritos bondosos, dos quais sempre me lembrarei.

Para começar, agradeço à CAPES (Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo amparo à pesquisa e concessão da bolsa; fundamental para minha permanência em Uberlândia e desenvolvimento do trabalho.

Ao Professor Dr. Washington Luiz que se mostrou um grande orientador, fazendo-me compreender as dificuldades e o valor da pesquisa. Obrigada pelas “broncas”, pela companhia no campo e pelo exemplo de simplicidade e seriedade na profissão.

Às amigas de jornada: Carla, Mirna Karla, Tatiana, Djane e Jussara. Vocês sempre foram fontes de inspiração, abraço acolhedor, consultoria ambiental e irmãs de vida. Sem vocês, eu jamais venceria essa etapa!

À amiga Aline, pela assistência técnica no mapeamento da bacia, conversas profissionais, conselho para seguir em frente e ombro amigo.

Aos colegas do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos: Alécio, Nataly, Samuel e Leonardo, pelo convívio e carinho. Especial agradecimento para o Arlei, Emerson e Gustavo que foram como irmãos. Ofereceram apoio e ensinaram-me Climatologia e Hidrologia sempre com muita paciência. Acredito que vocês saibam da importância que tiveram nesse trabalho, por isso, muito obrigada!

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFU; pelo auxílio, conhecimento compartilhado e amizade. Em particular, agradeço ao apoio do Professor Dr. Adriano Santos, pela companhia no campo e amizade de longa data; e à Professora Dra. Vera Salazar, pela atenção e ajuda no momento difícil de tomar decisões. Ao Professor Dr. Roberto Rosa pela amizade e conversas “geográficas” que muito contribuíram para a pesquisa. À Professora Dra. Vânia Rosolen pelas considerações importantes dadas no Exame de Qualificação, companhia agradável e amizade sólida.

Às Professoras Dras. Marlene de Muno Colesanti e Suely Del Grossi pelos ensinamentos diários, conselhos de profissão, carinho maternal e pela grande sabedoria que possuem, pois há mais de 40 anos exercem a Geografia em sala de aula. Vocês são exemplos de vida!

À amiga e Professora de Cartografia, Msc. Eleusa de Fátima, pela paciência cotidiana e presteza com que exerce sua função.

Às secretárias da Pós-Graduação: Dilza e Cynara, pela eficiência, boa vontade, amizade e palavras de incentivo.

À Professora Dra. Valéria Guimarães, pela correção do texto e amizade também.

À Professora e amiga Dra. Maria Beatriz Junqueira, pelo subsídio com material bibliográfico, conselhos profissionais e palavras afetuosas.

Ao apoio da Prefeitura Municipal de Sacramento que disponibilizou informações e dados imprescindíveis para a realização da pesquisa. Agradecimento especial, ao Engenheiro Osny Zago (SAAE), à Arquiteta Virgínia Dolabela e à Secretaria de Desenvolvimento do Agronegócio.

Aos meus irmãos: Paula, Júlio e Betânia, por fazerem parte da minha caminhada, sempre apoiando nas decisões mais importantes. Amo vocês e não tenho palavras para descrever esse amor!

Aos meus pais: Shirley e Paulo, pelo comprometimento com os filhos, amor incondicional, apoio financeiro, amizade infinita.... Enfim, exemplo a ser seguido!

Ao companheiro de vida, amor maior, Renzo! Desculpe-me pelos momentos ausentes, ou pela falta de paciência; você foi meu esteio, meu guia. Sempre compreensivo e amigo, ofereceu apoio, fortaleceu-me e ajudou na superação dos desafios.

Aos moradores da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá, em especial, à cidade de Sacramento, Terra Natal, fonte de alegrias e formação cultural. Esta pesquisa é uma forma de contribuir para um futuro sustentável do local.

Obrigada a todos com quem convivi durante esta etapa de minha vida! Vocês têm meu sincero agradecimento e respeito; obrigada pela paciência, amizade e credibilidade!

"Unidade visível do arranjo espacial que a nossa visão alcança, a paisagem tem seu caráter social, pois é formada de movimentos impostos pelo homem através do seu trabalho, cultura e emoção. Ela é produto da percepção, mas necessita passar a conhecimento espacial organizado, para se tornar verdadeiro dado geográfico".

Ministério da Educação e Desporto, 1999.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo realizar uma análise geoambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão Borá, buscando estabelecer categorias por meio da integração das variáveis naturais. Para tanto, aplicou-se a Teoria dos Geossistemas que, entre outros fins, procura a conservação, o uso racional do espaço e o desenvolvimento sustentável. A bacia localiza-se na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (MG), drenando parte das terras dos municípios de Sacramento e Conquista, ocupando uma área de 357,81 km². Foram utilizados documentos cartográficos do IBGE, GEOMINAS, EMBRAPA e CPRM; imagens do Satélite ETM+/Landsat 5; dados socioeconômicos; pesquisas bibliográficas e levantamentos de campo. A metodologia de trabalho seguiu a proposta de Libault (1971), que define quatro níveis de abordagem, sendo eles: compilatório, correlatório, semântico e normativo. As técnicas de geoprocessamento foram aplicadas com a utilização de vários *softwares*. A Formação Serra Geral – principal embasamento geológico da bacia (61%) – associada ao clima Tropical Semi-Úmido conduz à formação de solos, predominantemente da classe dos Latossolos, destacando-se o Latossolo Vermelho Acriférrio (60% da área) que, em geral, apresenta boa estrutura física para aproveitamento agrícola, exigindo apenas algumas correções químicas, como a calagem. Esse quadro interage com um relevo predominante de Topo Plano (54%), sem grandes ondulações que, também, facilita as atividades agrícolas e contribui para a manutenção dos recursos hídricos no subsolo. O uso da terra e da cobertura vegetal, para os anos de 2002 e 2009, revelou que, respectivamente, 70 e 72% das terras da bacia foram ocupadas predominantemente pelas atividades antrópicas (pastagem e agricultura). Ainda foi constatado que 95% das terras da bacia apresentam elevado potencial para uso econômico. Contudo, verificou-se que parte das atividades agropecuárias também ocupa as áreas de maiores declives (20 a 45%), o que não é indicado, pois, conforme determina a legislação ambiental, tais locais devem ser preservados ou destinados à reserva legal, além de serem impróprios para qualquer tipo de uso, segundo a classificação das terras no sistema de capacidade de uso. Na intenção de contribuir para maximização das potencialidades da bacia, foram apresentadas algumas sugestões de planejamento com adoção de práticas conservacionistas.

Palavras-chave: Análise geoambiental, Geossistemas, Bacia hidrográfica, Uso racional, Ribeirão Borá.

ABSTRACT

This research aimed to make a geoenvironmental analysis in the watershed of Ribeirão Borá, seeking to establish categories through the integration of natural variables. To this end, we applied the Theory of Geosystems which, among other purposes, seeks the conservation, rational space's use and sustainable development. The watershed is located in the region ("mesorregião") of Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba (MG), and it drained some land parts in the counties of Sacramento and Conquista, and it occupied an area of 357.81 km². We used cartographic documents by IBGE, GEOMINAS, EMBRAPA and CPRM; images of the Satellite ETM+/Landsat 5; socioeconomic data; bibliographic searches and field surveys. The work methodology followed the Libault's proposal (1971), which defines four levels of approach, namely: compilation, correlation, semantic and normative. The geoprocessing techniques were applied with the use of various softwares. The Formation Serra Geral – main geological basement of the watershed (61%) – associated with the semi-humid tropical climate leads to the formation of soils with the predominance of the class Oxisols, stands out Ustox (60% of the area) that, in general, has good physical structure for agricultural use, requiring only a few corrections chemicals, such as the use of lime. This framework interacts with an embossment predominant of Topo Plano (54%), without big ripples, that also facilitates agricultural activities and contributes to the maintenance of water resources in the subsoil. The land use and vegetation cover, between 2002 and 2009, revealed that, respectively, 70 and 72% of land in the watershed were occupied predominantly by human activities (grazing and agriculture). Moreover, we observed that 95% of the watershed's land has a high potential for economic use. However, we checked that part of agricultural activities also occupy areas of higher slopes (20-45%), this is not indicated, because the environmental legislation required that such areas should be preserved or designated to the legal reserve, in addition to being unfit for any use, according to the classification of land in the use capacity's system. Some suggestions were planning to adopt conservation practices with the intention to contribute to maximizing the potential of the watershed.

Keywords: Geoenvironmental analysis, Geosystems, Watershed, Rational use, Ribeirão Borá.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 01 – Ponte sobre o Rio Grande em 1861.....	30
Figura 02 – Estação dos Bondes, atual Palácio das Artes.....	31
Figura 03 – Usina Cajuru no ano de 2000.....	31
Figura 04 - Lavoura de café localizada no extremo oeste da bacia (Conquista/MG).....	34
Figura 05 – Vista aérea da área urbana de Sacramento MG.....	39
Figura 06 – Ruas e comércio em APP do Ribeirão Borá.....	40
Figura 07 – Bosque do Ipê às margens do Ribeirão Borá.....	41
Figura 08 – Estruturação do geossistema e do sistema socioeconômico.....	45
Figura 09 – Esquema de uma bacia hidrográfica.....	48
Figura 10 – Declividade em bacias hidrográficas.....	49
Figura 11 – Fluxos e transformações de energia, água e sedimentos na bacia de drenagem.....	50
Figura 12 – Arquitetura de um ambiente de geoprocessamento.....	52
Figura 13 – Exemplo de sobreposição “raster” para 4 níveis de informação da mesma área.....	54
Figura 14 – Planalto da Canastra, no sudoeste da bacia do Ribeirão Borá. Altitude: 895m.....	75
Figura 15 – Córrego Rifânia inserido no Planalto da Canastra. Altitude: 895m.....	75
Figura 16 – Dinâmica geomorfológica observada na porção central da BHRB. Altitude: 960m.....	76

Figura 17 - Área sujeita à erosão laminar. Altitude: 850 m.....	76
Figura 18 – Topo de chapada e planaltos dissecados. Rodovia MG-464.....	77
Figura 19 – Intercalações do basalto com Arenito Botucatu na cota de 960 m de altitude.....	80
Figura 20 – Afloramento do Arenito Botucatu na Gruta dos Palhares.....	81
Figura 21 – Vista panorâmica do Parque da Areinha. Afloramento do Arenito Botucatu em área urbana.....	81
Figura 22 – Estratificação plano-paralela do Arenito Botucatu no Parque da Areinha.....	82
Figura 23 – Brecha sedimentar com oxidação do Ferro sobre o Arenito Botucatu.....	82
Figura 24 – Arenito Botucatu utilizado para calçamento de rua na área urbana de Sacramento.....	82
Figura 25 – Cascalheira de origem sedimentar que compõe o Grupo Bauru, na região da Tapera.....	83
Figura 26 – Processo erosivo em área de Cobertura Detrito-Laterítica, a sudeste da bacia.....	84
Figura 27 – Quartizito “Canastra”, rocha metamórfica do Grupo Canastra.....	85
Figura 28 – Material argiloso em área de várzea do Ribeirão Borá.....	86
Figura 29 – Nascente do Ribeirão Borá. Área de acumulação inundável em topo de chapada.....	86
Figura 30 – Lavoura de cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho Acriférico a oeste da bacia.....	91
Figura 31 – Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) sob cerrado a leste da bacia.....	92

Figura 32 – Lavoura de café em área de ocorrência do Latossolo Vermelho Distrófico.....	93
Figura 33 – Cascalheira sobre a ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico.....	93
Figura 34 - Lavoura de milho em área de ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.....	94
Figura 35 – Área de ocorrência de Neossolo Litólico no contexto com a paisagem de sua origem.....	95
Figura 36 – Perfil do Litossolo presente no Planalto da Canastra.....	96
Figura 37 – Relevo sustentado por Chernossolo Argilúvico Órtico.....	97
Figura 38 – Pequenas Centrais Hidrelétricas da BHRB.....	115
Figura 39 – Foto aérea do Córrego dos Pintos. Destaque para o local onde é feita a captação de água.....	116
Figura 40 – Formações Vegetacionais encontradas na bacia do Ribeirão Borá.....	127
Figura 41 – Angico.....	127
Figura 42 – Biomas Brasileiros.....	128
Figura 43 – Espécies de cerrado presentes nas áreas de transição para o cerrado.....	130
Figura 44 – Silvicultura presente no alto curso do Ribeirão Borá.....	133
Figura 45 – Área de pastagem localizada na região da Tapera, médio curso do Ribeirão Borá.....	133
Figura 46 – Cultivo de milho no alto curso do Ribeirão Borá.....	134
Figura 47 – Cultivo de cana-de-açúcar no alto curso do Ribeirão Borá.....	134
Figura 48 – Trecho de área urbana presente no médio curso do Ribeirão Borá.....	134

MAPAS

MAPA 01 - Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	27
MAPA 02 - Unidades de Relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	73
MAPA 03 - Unidades Geológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	79
MAPA 04 – Classes Pedológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	89
MAPA 05 – Classes Hipsométricas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	99
MAPA 06 – Declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá.....	101
MAPA 07 - Uso da Terra e Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG), 2002.....	124
MAPA 08 - Uso da Terra e Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG), 2009.....	125

GRÁFICOS

GRÁFICO 01 - Climograma da BHRB (1975-2008).....	107
GRÁFICO 02 - Média de ocorrência de dias com chuva na BHRB (1975-2008).....	108
GRÁFICO 03 - Variabilidade da Vazão Específica Média Mensal (l/s/Km ²) estimada para o Ribeirão Borá (MG) (1996-2006).....	121
GRÁFICO 04 - Uso da Terra e Cobertura Vegetal da BHRB (2002 e 2009).....	135

QUADROS

QUADRO 01 - Dados morfométricos da BHRB.....	113
QUADRO 02 - Chave de fotointerpretação da composição colorida do ortomosaico editado pelo IBGE (2002).....	123
QUADRO 03 - Chave de fotointerpretação da composição colorida 3G 4R 7B (ETM+/Landsat 5, Agosto de 2009).....	126

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – População ocupada por setores econômicos (Conquista/MG, 2000).....	34
TABELA 2 - População por Situação de Domicílio em Sacramento/MG (2007).....	35
TABELA 3 - IDH do município de Sacramento/MG (1991 e 2000).....	36
TABELA 4 - Participação da Agricultura em Sacramento/MG (Safrá 2007).....	37
TABELA 5 - Principais Efetivos da Pecuária em Sacramento/MG (2007).....	37
TABELA 6 - População ocupada por setores econômicos (Sacramento/MG) (2000).....	38
TABELA 7 - Distribuição do PIB no município de Sacramento/MG (2008).....	38
TABELA 8 - Classes hipsométricas da BHRB (MG).....	67
TABELA 9 - Classes de declividade para a BHRB (MG).....	68
TABELA 10 - Unidades de Relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	71
TABELA 11 - Unidades Geológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	78
TABELA 12 - Classes Pedológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	88
TABELA 13 - Classes altimétricas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	98
TABELA 14 - Classes de declive da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG).....	100
TABELA 15 - Alturas Pluviométricas (mm), mensais e anuais da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá: 1975 – 2008.....	106
TABELA 16 - Dados climáticos da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (1975- 2008).....	107
TABELA 17 - Distribuição dos Excedentes Hídricos (mm) na bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (1975-2008) - (CAD: 100 mm).....	109

TABELA 18 - Distribuição das Deficiências Hídricas (mm) na bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (1975-2008) – (CAD: 100 mm).....	110
TABELA 19 - Classificação das propriedades rurais segundo o INCRA.....	117
TABELA 20 - Vazão Específica Média Mensal Estimada para o Ribeirão Borá/Sacramento (MG) / Área de drenagem: 357,81 Km ² (1996-2006).....	120
TABELA 21 – Uso da Terra e Cobertura Vegetal da BHRB (2002 e 2009).....	135
TABELA 22 - Cruzamento das variáveis do meio físico da BHRB (Declividade X Geomorfologia).....	144
TABELA 23 - Área ocupada pelos grupos e classes de capacidade de uso na BHRB (MG).....	145
TABELA 24 – BHRB: Área ocupada pelas categorias de uso da terra e cobertura vegetal (2009) de acordo com a declividade.....	149
TABELA 25 – BHRB: Área ocupada pelas categorias de uso da terra e cobertura vegetal (2009) de acordo com a geomorfologia.....	149

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

ACAR – Associação de Crédito e Assistência Rural

ALMG – Assembléia Legislativa de Minas Gerais

APP – Área de Preservação Permanente

CAD – Capacidade de Armazenamento de Água no Solo

BHRB – Bacia Hidrográfica do Ribeirão Borá

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAEMG - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais

FIT – Frente Intertropical

FJP – Fundação João Pinheiro

GEOMINAS – Projeto Geoprocessamento em Minas Gerais

GPS – Global Position System (Sistema de Posição Global)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

JICA – Japan International Cooperation Agency

LANDSAT – *Land Remote Sensing Satellite*

MDT – Modelo Digital de Terreno

mEa – Massa Equatorial Atlântica

mEc – Massa Equatorial Continental

mPa – Massa Polar Atlântica

mTa – Massa Tropical Atlântica

OMM – Organização Meteorológica Mundial

PADAP – Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba

PIB – Produto Interno Bruto

PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas

PCI – Programa de Crédito Integrado e Incorporação dos Cerrados

PDRH – Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas

PMS – Prefeitura Municipal de Sacramento

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

POLOCENTRO – Programa de Desenvolvimento dos Cerrados

PRODECER - Programa de Cooperação Nipo Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SNLCS – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos

SRTM – *Shuttle Radar Topographic Mission*

SUPLAN – Secretaria Regional de Desenvolvimento

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

UHE – Usina Hidrelétrica

UTM – Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	22
<i>1.1 Justificativas e Objetivos.....</i>	<i>24</i>
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	26
<i>2.1 Cenário Socioeconômico.....</i>	<i>29</i>
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	43
<i>3.1 Análise geoambiental.....</i>	<i>43</i>
<i>3.2 Bacia Hidrográfica e Legislação Ambiental: conceitos e aplicações.....</i>	<i>46</i>
<i>3.2.1 Bacia Hidrográfica no contexto da Legislação Ambiental.....</i>	<i>46</i>
<i>3.2.2 Bacia Hidrográfica no contexto da Análise Geossistêmica.....</i>	<i>48</i>
<i>3.3 Sistema de Informação Geográfica aplicado em estudos ambientais.....</i>	<i>51</i>
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	55
<i>4.1 Documentos.....</i>	<i>55</i>
<i>4.2 Procedimentos operacionais.....</i>	<i>58</i>
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
<i>5.1 Domínios Geomorfológicos.....</i>	<i>71</i>
<i>5.2 Unidades Geológicas.....</i>	<i>77</i>
<i>5.3 Classes Pedológicas.....</i>	<i>86</i>
<i>5.4 Hipsometria.....</i>	<i>98</i>
<i>5.5 Declividade.....</i>	<i>100</i>
<i>5.6 Clima.....</i>	<i>102</i>
<i>5.7 Processos Hidrológicos.....</i>	<i>112</i>
<i>5.8 Uso da Terra e Cobertura Vegetal dos anos de 2002 e 2009.....</i>	<i>122</i>

6. ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM.....	141
<i>6.1 Classificação e Proposta de uso racional das terras da bacia.....</i>	<i>142</i>
<i>6.1.2 Recomendações de práticas conservacionistas.....</i>	<i>153</i>
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	156
REFERÊNCIAS.....	160
Anexos.....	170

1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental é hoje muito discutida no mundo contemporâneo, e sua análise e compreensão requerem ponderação sobre os valores e ideais humanos adotados até o momento, sobretudo no que diz respeito à relação homem/natureza, que atualmente é uma das maiores preocupações dos planejadores e gestores ambientais.

Cassetti (1991) destaca que, na relação de apropriação do espaço pelo homem, existe um processo de produção de mercadorias ou de produção de natureza. Portanto, o homem não é apenas um habitante da natureza, ele se apropria e transforma as riquezas da natureza em meios de civilização histórica para a sociedade.

Diversos impactos podem ser observados em consequência da ação antrópica nas paisagens naturais, entre eles: uso desordenado do solo, retirada da vegetação natural e crescente impermeabilização da área urbana, que possibilita a ocorrência de erosão das encostas, alteração no microclima, assoreamento de cursos d'água, rebaixamento do lençol freático, desequilíbrio do ciclo hidrológico e ocorrência de inundações.

Para Nucci (2001), o planejamento ambiental de uso e ocupação de uma determinada área é necessário, pois tem como objetivos garantir a manutenção do sistema natural e trabalhar com uma análise conjunta dos atributos físicos da paisagem. Portanto, para compreender os padrões de organização do espaço, torna-se fundamental a realização de uma análise geoambiental que pode contribuir, de forma integrada, para avaliar os impactos ambientais causados pela interferência humana no ambiente.

Nesse sentido, as bacias hidrográficas, como aponta a Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Política Nacional dos Recursos Hídricos), representam unidades físico-territoriais que podem ser utilizadas para subsidiar o planejamento ambiental e urbano, consolidando-se em estudos que visam a conhecer e a diagnosticar os aspectos ambientais, políticos, culturais e socioeconômicos, para o planejamento dos municípios, a fim de evitar e controlar a poluição e contaminação das águas e o comprometimento ambiental das cidades vizinhas.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (BHRB), inserida na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, domínio morfoclimático do cerrado (AB' SABER, 2003), sofreu consideráveis transformações naturais, ao longo dos anos, na composição de sua vegetação nativa. Outras modificações de ordem econômica e ambiental também

ocorreram em consequência do processo de ocupação humana, crescimento populacional e adequação ao sistema econômico.

O município de Sacramento é o de maior representatividade espacial na bacia hidrográfica do Ribeirão Borá e historicamente teve seu núcleo urbano implantado nas margens deste ribeirão. O início do processo que o originou data do período de 1820, quando o Cônego Hermógenes Cassimiro de Araújo Brunswick e seus companheiros de entradas ergueram na margem direita do ribeirão uma capela como orago do Santíssimo Sacramento, criando uma pequena freguesia, no distrito de Nossa Senhora do Desterro do Desemboque, que em 1870, elevou-se à categoria de município, por meio da Lei municipal nº.1.637 (PMS, 2009).

A zona urbana de Sacramento definiu-se por meio da delimitação do centro histórico, a partir da Praça Matriz e do Ribeirão Borá, onde se instalaram os primeiros habitantes, que estavam à procura de ouro, originando posteriormente ruas e edificações.

Os dados e registros históricos apontam que Sacramento sempre se destacou como um importante centro rural, produtor de café, arroz, feijão, milho e também na pecuária com a produção de bovinos e suínos. Atualmente, de acordo com a PMS (2008), o setor rural contribui com uma média de 29% da arrecadação, tendo como principais produtos o milho, a soja, o café, a batata e a cana-de-açúcar, ocupando aproximadamente 99.000 hectares das terras do município. A pecuária, especialmente a leiteira, proporciona grande destaque na economia, produzindo recentemente cerca de 280.000 litros/dia.

A BHRB é dotada de muitos atrativos turísticos, pois se encontra no Circuito da Canastra e dos Lagos, favorecendo a atividade do turismo ecológico. Como pontos de destaque citam-se a Gruta dos Palhares, o Museu Histórico de Sacramento, além de ser rota para o Parque Nacional da Serra da Canastra e Chapadão do Bugre.

Ao se analisar alguns impactos referentes ao processo de ocupação e urbanização, verifica-se que a urbanização resultou em nítido impacto ambiental no médio curso do ribeirão, revelado especialmente pela destruição de grande parte da vegetação nativa nas Áreas de Preservação Permanente. Tal ação pode comprometer a disponibilidade dos recursos hídricos e favorecer futuros processos erosivos, além de transbordamento do leito do ribeirão, enchentes e desbarrancamentos.

Esses processos são comuns e evoluem à medida que as margens dos cursos de água vão sendo ocupadas como consequência da expansão urbana e do aumento do número

de habitantes. A reversão desse quadro é complexa, pois a ocupação do solo ocorre em virtude da opção de crescimento que acompanha o ritmo estabelecido pelos avanços tecnológicos e pelo processo de inclusão no mercado globalizado.

Nesse sentido, a análise geoambiental pode contribuir para o entendimento necessário da dinâmica ambiental presente na bacia e indicar ações sustentáveis para melhor aproveitamento dos recursos naturais e desenvolvimento econômico.

Para tanto, conforme Cecílio; Reis (2006) argumentam, a melhor maneira de garantir o uso sustentável em bacias hidrográficas é por meio de manejo, com o objetivo de maximizar seus potenciais e promover uma melhor utilização dos recursos naturais com o uso apropriado do solo, manutenção de cobertura vegetal adequada, controle da poluição, regulamentação e gestão do uso da água.

1.1 Justificativas e Objetivos

Esta pesquisa justifica-se, entre outros motivos, pelo fato de a cidade de Sacramento ter se desenvolvido às margens do Ribeirão Borá, que possui aproximadamente 38 Km de comprimento. Todo o perímetro urbano é atravessado por esse ribeirão que, nesse local, apresenta uma extensão de aproximadamente 4,5 Km, representando a bacia hidrográfica de maior relevância para o município, pois dele depende a captação de água para abastecimento público e é onde ocorre o lançamento dos efluentes domésticos e industriais.

O município de Sacramento vem se desenvolvendo há mais de cento e trinta anos sem um planejamento ambiental adequado para sua ordenação e estruturação territorial. Tendo em vista que sua fundação ocorreu às margens do Ribeirão Borá, o objetivo central desta pesquisa é realizar, nesta bacia, uma análise geoambiental, para estabelecer categorias por meio da integração das variáveis naturais. Há necessidade de se elaborar um planejamento voltado para melhor utilização da área, que promova a minimização dos impactos ambientais e indique ações que garantam a sustentabilidade do ribeirão e o desenvolvimento das potencialidades da bacia como um todo.

Para que se atinja o objetivo central, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar a análise geoambiental da BHRB, enfatizando seus aspectos geomorfológicos, geológicos, pedológicos, hipsométricos, declividade, climáticos e hidrológicos, a fim de que se possa compreender a dinâmica ambiental local, e fornecer subsídios para o planejamento das atividades econômicas;
- Averiguar o uso da terra e cobertura vegetal da bacia para os anos de 2002 e 2009, no contexto com sua realidade socioeconômica, a fim de se constatar o grau de intervenção humana no ambiente e o processo de ocupação do espaço de acordo com suas características;
- Correlacionar os dados obtidos pela análise geoambiental com a legislação ambiental brasileira;
- Classificar e propor o uso racional das terras da bacia, como forma de contribuição para seu ordenamento e planejamento conservacionista, melhoria da produtividade agrícola, e desenvolvimento sustentável da região;
- Avaliar a aplicabilidade da metodologia proposta em estudos voltados para análise ambiental em bacias hidrográficas.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

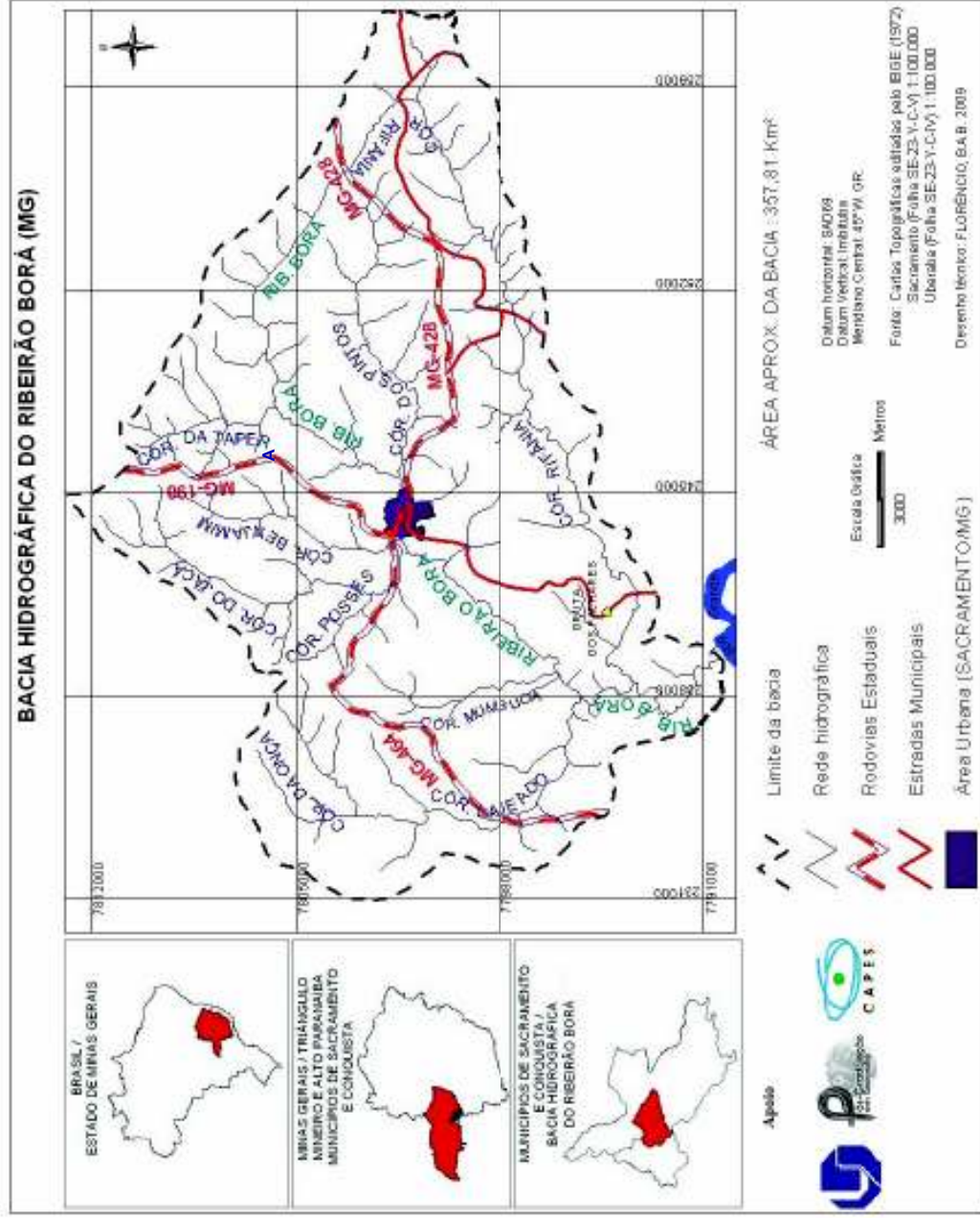
A área em estudo localiza-se no Brasil, no centro oeste do Estado de Minas Gerais, na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, região historicamente conhecida como “sertão da farinha podre”; ocupando a porção central do município de Sacramento e uma pequena faixa alongada a oeste, pertencente ao município de Conquista. A bacia está inserida na zona UTM 23, Meridiano Central 45° Oeste de Greenwich, entre as coordenadas 228000 - 264000mE e 7816000 - 7788000mN (Cf. Mapa 01).

Embora a bacia drene parte das terras de dois municípios mineiros (Sacramento e Conquista), sua maior concentração encontra-se em Sacramento, sendo que dos 357,81 Km² de área, 88,83% (317,87 Km²) da bacia pertencem a esse município, onde ocorrem as atividades econômicas mais importantes, além de ser responsável pelo abastecimento de água potável para a cidade e pelo escoamento dos efluentes produzidos na área urbana.

Por essas razões, considerando a forte influência da BHRB para Sacramento, foram priorizadas informações ambientais, econômicas, sociais e políticas, concentradas para este município, o de maior representatividade na área de estudo.

O município de Sacramento situa-se aproximadamente a 460 km da capital mineira Belo Horizonte. E as principais vias de acesso à área de estudo são as rodovias estaduais MG-464, MG-428 e MG-190. A primeira liga Sacramento ao município de Conquista (distância aproximada de 21 km); a segunda, à Araxá (distância aproximada de 82 km) e a terceira, serve como acesso para o município de Uberaba (distância aproximada de 80 km) (SAAE, 1994). Existem também outras vias secundárias não pavimentadas, que permitem o acesso em várias direções por toda a área de estudo.

A BHRB é composta pelos seguintes afluentes: Córrego da Tapera, Córrego Benjamim, Córrego das Posses, Córrego Jacá, Córrego Lajeado, Córrego Santa Maria, Córrego Ibituruna e Córrego da Onça, na margem direita do Ribeirão Borá; e, Córrego da Mumbuca, Córrego do Picão, Córrego dos Pintos e Córrego Rifânia, na margem esquerda. Na porção oeste, o Ribeirão Borá, juntamente com os afluentes Córregos da Onça e Lajeado, drenam além do município de Sacramento, terras do município de Conquista, sendo que 11,17% (36,94 Km²) da bacia pertencem a este último município.



Mapa 01: Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

O Ribeirão Borá é um afluente da margem direita do Rio Grande, um dos formadores do Rio Paraná. Desse modo, conclui-se que a bacia em estudo, pertence à bacia do Rio Paraná, uma das mais importantes bacias hidrográficas brasileiras, de relevante destaque socioeconômico no panorama nacional.

O Rio Grande, que é a drenagem principal, possui vale encaixado e profundo, exibindo litologia basáltica. Na bacia do Ribeirão Borá existem também características de região de rochas metamórficas Pré-cambrianas (Grupo Canastra), representadas geologicamente por quartzitos vítreos, quartzitos micáceos, sericita-xistos e xistos verdes, com quartzitos fortemente fraturados.

Predominam na área de estudo, as classes de latossolos, variando entre álico e eutrófico, como solos do tipo Latossolo Vermelho Acriférico e Vermelho-Amarelo Ácrico nos topos recobertos por arenito de textura média e Argissolo de textura mais fina, argilosa, nas formas de colinas sustentadas por basalto.

Quanto à composição vegetal, Ab' Saber (2003) afirma que a vegetação típica na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba é representada pelo domínio dos cerrados, com chapadões recobertos por cerrado de diferentes fitofisionomias e florestas-galeria de variadas composições.

De acordo com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1983), as unidades morfoestruturais em que se insere a área de estudo, correspondem à Bacia Sedimentar do Paraná e Faixa de Dobramentos Brasília; acrescentando que:

[...] A Bacia Sedimentar do Paraná corresponde às camadas sedimentares e derrames de rochas vulcânicas (basaltos). Uma das características morfológicas mais marcantes dessa feição é a disposição dos planaltos em degraus ou patamares sucessivos, resultantes da atuação de processos erosivos sobre as camadas areníticas alternadas com os basaltos. [...] Já a Faixa de Dobramentos Brasília, apresenta-se envolvida por altos e extensos escarpamentos, sendo que a maioria deles é controlada por fraturas e falhas de direções gerais NO-SE e E-O (CETEC, 1983).

Estes domínios resultam em morfoesculturas que podem ser facilmente percebidas por um extenso e contínuo planalto dissecado, com predominância de formas tabulares e planas no topo dos planaltos, associados à presença do Planalto da Canastra.

Tem-se como ponto mais alto da bacia, o divisor de água com a bacia hidrográfica do Rio Araguari, situado a 1.100 m de altitude e o ponto mais baixo, na cota aproximada de 550 m, onde o Ribeirão Borá deságua no Rio Grande.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Aw, Tropical com chuvas de verão (AYOADE, 2001). Para Ferreira; Assunção (2004), Sacramento apresenta um regime pluviométrico local bastante uniforme, dividido em duas grandes estações: uma seca, que vai de maio a setembro (sendo abril uma transição entre as duas estações) concentrando apenas 16% das precipitações anuais e outra chuvosa (outubro a março), correspondendo a 84% das médias anuais que situam por volta de 1.600 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 22°C; junho representa o mês mais frio (17,2°C); janeiro e fevereiro, os meses mais quentes (23,4°C).

2.1 Cenário Socioeconômico

- *Histórico de ocupação do município de Sacramento (MG)*

Com mais de cento e trinta anos desde sua fundação, que ocorreu em 1870, o município de Sacramento é um dos mais antigos de Minas Gerais, sua origem está relacionada com o ciclo do ouro. Desemboque como núcleo inicial de Sacramento, tornou-se o principal ponto de partida de expedições que se dirigiam à região da “Farinha Podre”, atual Triângulo Mineiro.

Segundo a PMS (2006), em 1812, o Cônego Hermógenes Cassimiro de Araújo Brunswick, junto com o Major Antônio Eustáquio da Silva, haviam deixado o Desemboque e vindo para o Sertão do Novo Sul a oeste e, chegando às margens do **Ribeirão das Abelhas do Borá**, encontraram um grupo de garimpeiros. Auxiliado por eles, o Cônego levantou um cruzeiro à margem esquerda do ribeirão, rezou a primeira missa em torno desse cruzeiro e assim se formou um pequeno arraial.

Em 24 de agosto de 1820, o Cônego Hermógenes e seus companheiros de entradas construíram na margem direita do Ribeirão Borá uma capela como orago do Santíssimo Sacramento, sob o patrocínio da Virgem Maria. Foi esse o ato 1º da criação da freguesia de Sacramento, no distrito de Nossa Senhora do Desterro do Desemboque (PMS, 2009).

Ao redor da Capela foram edificadas casas e casebres. Em 3 de Julho de 1857, a lei provincial nº. 804 criou a Freguesia de Nossa Senhora do Patrocínio do Santíssimo

Sacramento e, em 13 de Setembro de 1870, a lei provincial nº. 1.637 decretou a criação do município (PMS, 2009).

De acordo com o levantamento histórico da PMS (2006, p.15),

...a importante região atualmente denominada Triângulo Mineiro, conhecida no século XVIII como o Sertão da Farinha Podre, compreendia terras férteis, que escondiam também metais e pedras preciosas, e eram habitadas por numerosas tribos indígenas e grupos de negros foragidos da mineração, organizados em grandes e resistentes quilombos (PMS, 2006, p.15).

Conforme a PMS (2006), pode-se dizer que o descobrimento de Sacramento resultou de expedições empreendidas por paulistas desde os fins do século XVII, com a finalidade de aprisionar índios para o trabalho escravo e pesquisar as riquezas minerais. Porém, a exploração efetiva do território aconteceu em meados do século XVIII, com a fixação do Desemboque, na cabeceira do Rio das Velhas (atual Rio Araguari), que tornou-se um núcleo de dispersão do povoamento local.

O crescimento econômico de Sacramento iniciou-se em 1861 com o plantio de café e a abertura do trânsito pela ponte de Jaguará (Cf. Figura 01) sobre o Rio Grande, ligando a região à Província de São Paulo.



Figura 01: Ponte sobre o Rio Grande em 1861.
Fonte: PMS (2009).

Os bondes elétricos chegaram ao município para superar as barreiras causadas pelos acidentes geográficos e tinham como finalidade transportar, para a cidade de Sacramento, passageiros e produtos em um tempo de viagem mais curto. Segundo a PMS (2006), os bondes elétricos foram desativados, provavelmente, no final de 1937 e começo de 1938. Hoje a antiga Estação dos Bondes se encontra restaurada e tombada pela lei municipal nº.257 de 17/01/1983, abrigando o Palácio das Artes (Cf. Figura 02).



Figura 02: Estação dos Bondes, atual Palácio das Artes.
Fonte: Roberto Capri, 1916.

Esses bondes funcionavam com a eletricidade gerada pela Usina Cajuru (Cf. Figura 03), que foi fundada em 1913 e forneceu energia à cidade durante 50 anos, até ser desativada, em 1963, quando ocorreu a ativação da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).



Figura 03: Usina Cajuru no ano de 2000.
Fonte: Carlos Alberto Cerchi, 2004.

Em relação à educação e à religião, Sacramento teve nomes consagrados, conhecidos em todo o Brasil, como Eurípedes Barsanulfo, fundador do Colégio Allan Kardec e Padre Vitor Coelho de Almeida, que hoje são responsáveis por parte da movimentação econômica e atrativos turísticos da cidade, como as atividades de turismo religioso que atraem fiéis de diferentes regiões do país.

Como em todos os processos de transformação, Sacramento também seguiu o curso do crescimento e expansão econômica, que geram significativas mudanças no ambiente

natural. A cidade foi se desenvolvendo ao longo dos anos sem uma forma adequada de planejamento. Desse modo o ambiente reflete a necessidade de um planejamento ordenado, compatível com a valorização dos recursos naturais e desenvolvimento econômico.

- *Panorama socioeconômico dos municípios de Conquista e Sacramento (MG)*
- *Conquista (MG)*

Embora o município de Conquista concentre apenas 11,17% da BHRB, foram levantadas suas principais características socioeconômicas, com o objetivo de contextualizar a dinâmica ambiental da bacia em estudo.

Conquista encontra-se aproximadamente a 470 km de distância da capital mineira (Belo Horizonte) e sua história é semelhante a do município de Sacramento, tendo como processo inicial de sua fundação, as expedições realizadas no século XIX, com a finalidade de explorar a região do Triângulo Mineiro.

Segundo a ALMG (2009),

... o território de Conquista foi dividido em sesmarias pelo governo de Goiás, e as terras do município foram concedidas ao português Manuel Bernardes Nazianzeno da Silveira, onde inicialmente foi fundada uma fazenda, que teve diversos proprietários. Por volta de 1888, o coronel Francisco Meireles do Carmo se instalou nesse local, criando um armazém para fornecer mercadorias aos trabalhadores da construção da estrada de ferro Mogiana. Em 1892 a cidade de Conquista tornou-se distrito e, em 1911, criou-se o município.

Conforme os dados apresentados pelo IBGE (2009), com uma área territorial de 616 Km², Conquista possui 6.922 habitantes, com mais de 70% vivendo na zona urbana.

O clima do município é caracterizado por uma temperatura média anual próxima a 22°C e índice médio pluviométrico anual de 1.589 mm (ALMG, 2009). Oliveira; Silva (2009) comentam que essas condições climáticas ocasionam um inverno seco e frio, com baixa altura pluviométrica e verão quente e chuvoso.

O relevo varia entre 60% ondulado e 40% plano, com altitude máxima de 1.020 m, e mínima de 522 m, na foz do Ribeirão Borá (ALMG, 2009). De acordo com Oliveira; Silva (2009), *“a vegetação é composta por resquícios de Mata Atlântica (Floresta*

Ombrófila), predominante ao sul e oeste do município; e vegetação típica do bioma cerrado, incidente ao norte e leste”.

A rede hidrográfica apresenta como drenagem principal o Rio Grande, exibindo litologia basáltica e maior concentração de solos do tipo Latossolo Vermelho fértil, de consistência mais argilosa (CETEC, 1983). Outros três ribeirões: Borá, Ponte Alta e Dourados também são de grande importância no sistema hídrico do município (OLIVEIRA; SILVA, 2009).

As condições climáticas, pedológicas e geomorfológicas favorecem as atividades agropecuárias, e o produto agrícola de maior representatividade, é a cana-de-açúcar. Segundo dados do governo do Estado de Minas Gerais, em 2006, a região de Conquista foi responsável por 68% da produção canavieira do Estado (SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2008). Porém, outros cultivos, como o milho, o café e a soja, merecem destaque na economia local.

Na área da BHRB pertencente à Conquista, predominam solos do tipo Latossolo Vermelho Acrifértil, sustentados pelas rochas da Formação Serra Geral e com um relevo, na maior parte, constituído pelas formas com topo plano (chapadas). Esses fatores, em conjunto, determinam para essa localidade, uma ocupação predominante de atividades agrícolas (Cf. Figura 04).

Quanto aos aspectos sociais, de acordo com a Fundação João Pinheiro (FJP, 2009), o Índice de Desenvolvimento Humano de Conquista, para o ano de 2000, foi de 0.77, indicando uma região de médio desenvolvimento, com taxa de analfabetismo menor que 15%. Em relação ao acesso a serviços básicos (água encanada, energia elétrica e coleta de lixo), o Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2002) informa que uma média de 96% da população recebe atendimento do município. Os serviços de água e esgoto são realizados pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) e pela Prefeitura Municipal.



Figura 04: Lavoura de café localizada no extremo oeste da bacia (Conquista/MG).
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., outubro de 2008.

De acordo com a Tabela 1, no setor agropecuário estão envolvidas mais de 1.000 pessoas pertencentes à População Economicamente Ativa (PEA). No ano de 2002, esse setor representou aproximadamente 54% do Produto Interno Bruto (PIB) do município, que arrecadou R\$59.016,00. O setor de serviços corresponde à segunda maior participação na economia (34% do PIB), e mais de 900 habitantes. Por último, o setor industrial contribui com 22% da economia local, concentrando menos de 14% da PEA (IBGE, 2009).

Tabela 1 – População ocupada por setores econômicos (Conquista/MG, 2000)

SETORES	NÚMERO DE PESSOAS
Agropecuário	1.012
Industrial	371
Comércio de mercadorias	276
Serviços	951
TOTAL	2.610

Fonte: IBGE (2009).

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

As características socioeconômicas de Conquista evidenciam uma dinâmica baseada nas atividades agropecuárias e especialmente, na porção ocupada pela BHRB, pode-se dizer que o uso da terra, de modo não planejado, poderá ocasionar impactos ambientais que comprometem tanto a disponibilidade de água, quanto a preservação dos recursos naturais. Isto porque à medida que a cidade se expande, cresce a diversificação das atividades econômicas, e o uso e ocupação da terra torna-se mais intenso, para atender à demanda populacional e às exigências impostas pelo padrão de desenvolvimento.

- *Sacramento (MG)*

O fato de 88,83% da BHRB encontrar-se em terras sacramentanas não é o único motivo importante para destacar as características socioeconômicas desse município em relação à Conquista. O que melhor justifica a ênfase para o detalhamento histórico de uso e ocupação do território são atividades exercidas nesta bacia. Na área urbana, encontra-se o médio curso do Ribeirão Borá, que sofre diretamente as consequências do processo de ocupação na bacia, desde o final do século XIX.

Além disso, é importante salientar que a área próxima à nascente do ribeirão, encontra-se ocupada principalmente por atividades agrícolas, devido à maior altitude e ao relevo predominantemente plano. Essas atividades poderão, com o passar do tempo, sem planejamento adequado, causar impactos à jusante do ribeirão e comprometer necessidades humanas essenciais, como o abastecimento de água para a cidade.

Nesse sentido, sabe-se que o crescimento e desenvolvimento econômico de Sacramento foram norteados por um processo que envolve diretamente a ocupação pela agricultura e pecuária. Para tanto, ressalta-se a evolução da cidade, demonstrando suas principais características socioeconômicas que podem interferir na integridade dos elementos biogeofísicos presentes na área em estudo.

Considerando o último censo demográfico realizado pelo IBGE em 2007, o município de Sacramento apresenta uma população composta por 22.159 habitantes, sendo que deste total, aproximadamente 80% vivem na zona urbana (Cf. Tabela 2). O município apresenta uma área de 3.071 Km², com uma densidade demográfica de 7,2 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2009).

Tabela 2 - População por Situação de Domicílio em Sacramento/MG (2007)

População Urbana	17.622 habitantes
População Rural	4.537 habitantes
População Total	22.159 habitantes

Fonte: IBGE, 2009.

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

O município de Sacramento pode ser acessado pela BR-050, que interliga o leste brasileiro e canaliza o fluxo econômico que vem do Rio de Janeiro e sul do país, em direção ao oeste e ao norte.

A BR-262 é outra importante rodovia que permite o acesso à Sacramento, partindo do Espírito Santo em direção ao oeste, passando por Belo Horizonte, Araxá, Sacramento, Uberaba, Uberlândia, entre outras cidades.

Além de Conquista, Araxá e Uberaba, Sacramento também faz fronteira com os municípios mineiros de Santa Juliana e Nova Ponte ao norte, Perdizes à noroeste, Tapira à sudoeste, São Roque de Minas e Delfinópolis ao sul e à leste faz divisa com o Estado de São Paulo, tendo o Rio Grande como marco divisório entre os Estados.

Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o município apresentou em 2000, conforme exposto no Atlas de Desenvolvimento Humano (2002), um aumento considerável de seus valores em relação a 1991 (Cf. Tabela 3) e, segundo a classificação do PNUD, está entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8).

Tabela 3 - IDH do município de Sacramento/MG (1991 e 2000)

	1991	2000
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	0,710	0,797
Educação	0,769	0,876
Longevidade	0,727	0,806
Renda	0,634	0,709

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano, 2002.

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

De acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano (2002), no período entre 1991 e 2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Sacramento cresceu 12,25%, passando de 0,710 em 1991 para 0,797 em 2000. A dimensão que mais contribuiu para este crescimento foi a Educação, com 41%, seguida pela Longevidade, com 30,3% e pela Renda, com 28,7%.

Quanto à economia, segundo dados da Prefeitura Municipal de Sacramento (PMS, 2009), o município, desde sua fundação, é um importante centro rural, produtor de café, arroz, feijão, milho, e também se destaca na pecuária com a produção de bovinos e suínos. Atualmente o setor primário é a segunda maior fonte de arrecadação, ficando atrás apenas da geração de energia elétrica, já que recebe um alto valor em royalties¹ pago pela Usina da CEMIG instalada na represa de Jaguará, no Rio grande.

¹ *Royalty*, conforme apresentado por Sandroni (1999), corresponde ao valor pago ao detentor de uma marca, processo de produção, produto ou obra original pelos direitos de sua exploração comercial.

Os principais produtos agrícolas cultivados são: milho, soja, cana-de-açúcar e café (Cf. Tabela 4). As áreas ocupadas por reflorestamento vêm crescendo nos últimos anos, e de acordo com a Superintendência de Desenvolvimento do Agronegócio, no ano de 2005, existiam mais de 16.000 hectares plantados no município.

Tabela 4 - Participação da Agricultura em Sacramento/MG (Safrá 2007)

Produto	Quantidade (hectares)
Café	3.650
Milho	25.000
Soja	25.000
Feijão	2.000
Arroz	1.200
Batata	3.000
Cana-de-açúcar	5.000

Fonte: EMATER/Superintendência de Desenvolvimento do Agronegócio (2008).
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

A pecuária, especialmente a leiteira, apresenta grande destaque na economia, produzindo cerca de 280.000 litros/dia (Cf. Tabela 5). No setor secundário (Cf. Tabela 6), destaca-se a agroindustrialização, com maior influência do Laticínio Scala.

Observa-se, também, uma crescente diversificação do setor terciário, com vários tipos de comércio e serviços. Em termos de educação, Sacramento conta com 20 unidades de ensino público na zona urbana e 12 unidades na zona rural, sendo que essas variam entre creches e escolas de 1º e 2º grau (Superintendência de Ensino da PMS, 2009). Atualmente foram implantados na cidade, alguns cursos de nível superior atendidos pela Universidade Presidente Antônio Carlos (Unipac).

Tabela 5 - Principais Efetivos da Pecuária em Sacramento/MG (2007)

Espécie	Número de cabeças
Bovinos	116.012
Suínos	4.161
Aves	99.840
Caprinos	125
Ovínos	196

Fonte: IMA/Superintendência de Desenvolvimento do Agronegócio, 2008.
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

Tabela 6 - População ocupada por setores econômicos (Sacramento/MG, 2000)

Setores	Número de pessoas
Primário	2.336
Secundário	2.378
Terciário	1.275
Outros serviços	3.372
Total	9.351

Fonte: IBGE, 2000.

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

Conforme dados da Secretaria Municipal de Saúde, existem 13 unidades de atendimento de caráter público e 1 estabelecimento privado, sendo que deste total, 6 unidades públicas encontram-se na zona rural. Há ainda a presença de 1 Centro de Epidemiologia e 1 Centro de Vigilância Sanitária na área urbana (PMS, 2005).

A arrecadação do município pode ser considerada como uma das melhores em relação às cidades de pequeno porte da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; sendo que de acordo com a FJP (2009), em 2002, o Produto Interno Bruto (PIB) foi de R\$278.477,00 distribuído da seguinte forma (Cf. Tabela 7):

Tabela 7 - Distribuição do PIB no município de Sacramento/MG (2008)

Tipos de Serviços	Quantidade (%)
Geração de energia elétrica	52,28
Agronegócio	28,95
Comércio e indústria	6,55
Extração de madeira	5,39
Indústria de Laticínio	4,62
Outros	2,21
TOTAL	100

Fonte: Superintendência de Desenvolvimento do Agronegócio (2008).

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

O saneamento e abastecimento de água são realizados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). E, de acordo com o SAAE (2009), atualmente 100% das residências urbanas possuem acesso aos serviços de coleta de lixo, água encanada e tratamento de efluentes domésticos.

Implantou-se entre os anos de 2002 e 2003, um sistema especial de tratamento de esgoto, com a construção de duas lagoas com 30.000 m² cada uma. Esse processo de tratamento por lagoas facultativas tem como objetivo remover sólidos em suspensão, matéria orgânica (DBO) e organismos patogênicos. A vida útil das lagoas é de aproximadamente 30 anos (SAAE, 2009).

Este sistema tem-se mostrado como uma das inovações de maior eficiência para o tratamento das águas do Ribeirão Borá, que após serem tratadas tornam-se menos poluídas pelos efluentes que são descartados em seu médio curso.

Ao contextualizar a realidade socioeconômica do município de Sacramento, conclui-se que o mesmo apresenta condições para gerenciar e planejar com precisão suas atividades na BHRB. As atividades resultantes de sua dinâmica urbana (Cf. Figura 05) podem influenciar na qualidade das águas e na manutenção das condições naturais do Ribeirão Borá.



Figura 05: Vista aérea da área urbana de Sacramento MG.
Fonte: PMS, 2006.

O município apresenta vários atrativos turísticos. Dentre eles, destaca-se a realização do turismo ecológico, já que se encontra no Circuito da Canastra e dos Lagos; além de possuir a Gruta dos Palhares e várias cachoeiras localizadas no perímetro urbano ou próximas à cidade.

Essas atividades exercem impacto no meio natural ao mesmo tempo que fazem parte dos atrativos da cidade e movimentam a economia local. Nesse sentido, a manutenção dos recursos naturais é imprescindível para atrair visitantes e gerar rendimentos.

A cidade se desenvolveu nas margens do Ribeirão Borá e por este motivo, a concentração de residências e comércio nas áreas que deveriam ser destinadas à sua preservação é muito intensa. Em pesquisas de campo, observou-se que, principalmente na área urbana, não houve até o momento, uma orientação adequada em relação à ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP). Elas estão sendo utilizadas por pastagem ou construções de moradias, ruas e comércio (Cf. Figura 06).

Considerando a ocupação desordenada do solo em bacias hidrográficas, Guerra; Cunha (1996, p.174), afirmam que:

[...] as rápidas mudanças decorrentes das políticas e dos incentivos governamentais, agravam seus desequilíbrios. Dentre as atividades que causam a degradação nas bacias hidrográficas podem ser citadas as práticas agrícolas, o desmatamento, a mineração, o superpastoreio e a urbanização (GUERRA; CUNHA, 1996, p.174).



Figura 06: Ruas e comércio em APP do Ribeirão Borá.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 2008.

Nucci (2001) observa que o adensamento urbano, a intensificação do uso e da ocupação do solo nas regiões centrais dos municípios são medidas propostas com o intuito de se evitar a expansão em direção às áreas periféricas sem infraestrutura suficiente para suportar o crescimento populacional.

Para tanto, é indispensável salientar o papel do planejamento ambiental, que segundo Rodriguez (1997), é um instrumento dirigido a planejar e programar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade, em congruência com a vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente.

Ao considerar o processo de ocupação e urbanização do município de Sacramento, infere-se que a urbanização pode acelerar os processos de impacto ambiental no ribeirão, pois, a destruição de grande parte de sua vegetação nativa, bem como a construção de edificações e pavimentação de ruas em APPs podem favorecer futuros processos erosivos de grande magnitude; além de transbordamento do leito do ribeirão, enchentes e desbarrancamentos.

Com a recente elaboração do Plano Diretor de Sacramento (Lei nº. 1.020, de 20 de novembro de 2006), foram propostos alguns projetos que buscam melhorar a qualidade ambiental da cidade, como por exemplo, a implantação do Parque Linear do Ribeirão Borá e a criação do Bosque do Ipê, na área central, com a função de revitalizar e revegetar a APP do Ribeirão Borá (Cf. Figura 07).



Figura 07: Bosque do Ipê às margens do Ribeirão Borá.
Autor: FLORENCIO, B.A.B. (2009).

Esses projetos podem contribuir para o equilíbrio ambiental da bacia, pois proporcionam aos recursos naturais uma melhoria dos seus potenciais, com manutenção da cobertura vegetal, que ajuda a resguardar a qualidade da água, e o leito de inundação, minimizando possíveis prejuízos às atividades econômicas e ao ambiente como um todo. Além disso, no art. 77 do Plano Diretor de Sacramento, está assegurada a sustentação das APPs, com a finalidade de:

- I – atenuar a erosão das terras;
- II – formar faixas de proteção ao longo de estradas, rodovias e ferrovias;
- III – proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- IV – asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- V – manter o ambiente necessário à vida das populações agrícolas ou extrativistas;
- VI – assegurar condições de bem-estar público.

Cabe lembrar que as Áreas de Preservação Permanente são faixas de terreno nas quais não é permitido parcelar o solo. Conforme a Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal Brasileiro) em seu art. 2º, consideram-se como APPs as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

[...] ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja de 30m (trinta metros) para os cursos de d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; de 50m (cinquenta metros) para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50m (cinquenta metros) de largura; de 100m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200m (duzentos metros) de largura; de 200m (duzentos metros) para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600m (seiscentos metros) de largura; de 500m (quinhentos metros) para os cursos d'água que tenham largura superior à 600m (seiscentos metros) de largura; ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e, nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros) de largura; no topo de morros, montes, montanhas e serras; nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45 °, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declividade; nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; em altitudes superiores a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Esse Código foi reafirmado pela Lei 7.083 de 1989 e pela Resolução CONAMA 303/2002, demonstrando a importância da preservação das APPs e deixando bastante evidente as situações em que devem obrigatoriamente ser respeitadas essas áreas, para que problemas de erosão ou diversos tipos de impactos não alterem as condições naturais do ambiente.

Nas propriedades rurais, além das áreas destinadas à Preservação Permanente, outra forma de garantir a manutenção da vegetação nativa no ambiente, porém com uso sustentável dos recursos naturais, é a delimitação das Áreas de Reserva Legal, estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro, no seu Artigo 1º, inciso 2º, definindo que:

[...] Reserva Legal corresponde à área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de Preservação Permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas.

No caso específico do Bioma Cerrado, no art. 16 deste Código, a lei determina a necessidade de se reservar no mínimo 20% das propriedades rurais. Aquino; Oliveira (2006, p.13) comentam que além dos benefícios ambientais, a exploração sustentável com manejo adequado dos recursos naturais nestas áreas pode gerar benefícios sociais e econômicos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 *Análise Geoambiental*

Realizar uma análise ambiental, com base na visão sistêmica da paisagem, pressupõe compreender o ambiente como objeto de estudo da geografia. Desse modo, Christofolletti (1999, p. 36), comenta que o meio ambiente “é constituído pelos sistemas que interferem e condicionam as atividades sociais e econômicas, isto é, pelas organizações dos elementos físicos e biogeográficos”. Nesse caso, o substantivo “*ambiente*” pode ser usado em problemas de escala pontual, muito pequenas e também em escalas de maiores proporções, como as escalas globais.

O conceito de paisagem, no contexto da ciência geográfica, foi amplamente discutido ao longo dos séculos XIX e XX por diversos autores, entre eles, Alexander Von Humboldt (1769), Sauer (1925) Ab’ Saber (1969), Bertrand (1971), Tricart (1977), Tropmmair (1985), Conti (1989), Ross (1990), Castillo (2002), etc. Para a maioria deles, “paisagem” é mais do que uma palavra ou um conceito; é uma palavra com vários conceitos. Em sentido popular, os dicionários apresentam o conceito de paisagem como sendo uma extensão de terras, um espaço de terreno, que se abrange num lance de vista.

No entendimento geográfico, especialmente para o campo de atuação da geografia física, o estudo da paisagem representa a compreensão do “espaço” de forma holística, integrada. Nesse sentido, ao longo da história, o entendimento sobre a paisagem como categoria de análise integrada, foi sendo gradativamente construído e aplicado.

Na visão sistêmica, a paisagem representa a principal categoria de análise geográfica e isso pode ser explicado por Bertrand (1971, p.02), conforme a seguinte afirmação:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1971, p.02).

Para Sauer (1925 apud Christofolletti, 1999, p. 39) a paisagem pode ser definida como:

Um organismo complexo, feito pela associação específica de formas e apreendida pela análise morfológica. O conteúdo da paisagem é constituído pela combinação de elementos materiais e de recursos naturais, disponíveis em algum lugar, com as obras humanas correspondendo ao uso que deles fizeram os grupos culturais que viveram nesse determinado lugar”.

Christofolletti (1999) explica que a paisagem representa a concepção da Geografia que possibilita compreender o espaço como um sistema ambiental, físico, social e econômico, com estruturação e funcionamento dinâmico dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Resumidamente, entende-se que a paisagem natural, resultante da inter-relação de um conjunto de elementos geobiofísicos (rocha, clima, solos, água, biota), está em dinâmica transformação e decorre da ação dos processos geológicos, hidrológicos e atmosféricos (SELBY, 1985 apud DANTAS et al., 2008).

Atualmente, os estudos sobre paisagem são relevantes devido à urgente preocupação com o sistema ambiental e por analisar de forma integrada os elementos que a compõem, em um sistema dinâmico e complexo, que está em constante evolução. A categoria de análise “paisagem” é representada pelos geossistemas. Esses são fenômenos naturais (aspectos geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e fitogeográficos) que englobam os elementos antrópicos (aspectos sociais e econômicos).

O estudo sobre geossistemas requer o reconhecimento e a análise dos componentes da natureza, sobretudo por meio de suas conexões. Entendidos como unidades naturais integrais, pode-se distinguir suas modificações e transformações como resultantes das ações dos diferentes tipos de ocupação (GUERRA; MARÇAL, 2006, apud AMORIM; OLIVEIRA, 2008).

Segundo Amorim; Oliveira (2008), em uma abordagem sistêmica, as informações temáticas, como vegetação, relevo, aspectos edáficos e pedológicos, e substrato geológico, isoladamente, não ajudam muito na análise da paisagem. Sobre isso, Christofolletti (1999) ressalta que a configuração da paisagem depende dos elementos, relações, atributos, entradas (*inputs*) e saídas do sistema (*outputs*) considerando uma análise espaço-temporal.

A complexidade do sistema ambiental físico, como entidade individualizada, torna-se compreensível quando focalizada sob a perspectiva da análise geográfica. A geografia preocupa-se com as organizações espaciais e, ainda, de acordo com Christofolletti (1999, p.41), “o termo organização expressa a existência de ordem e entrosamento entre as partes ou elementos componentes de um conjunto”.

O funcionamento e a interação dos elementos presentes no sistema ambiental são resultantes da ação e dos processos que mantêm a dinâmica e as relações entre os

mesmos. Essa integração resulta num sistema organizado expresso por uma estrutura, havendo possibilidade de distinção entre diversos tipos de organização que possuem determinadas características espaciais (Cf. Figura 08).

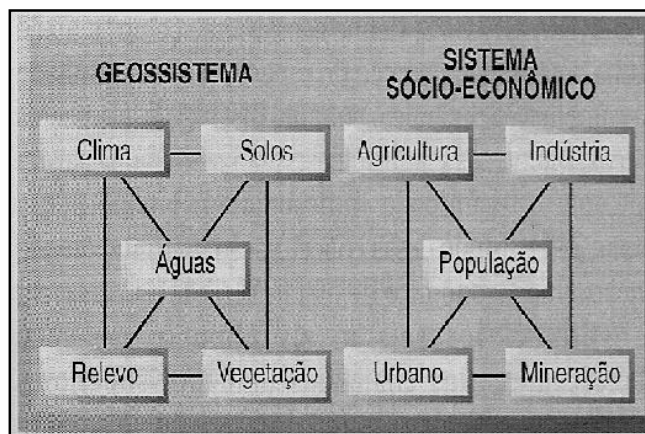


Figura 08: Estruturação do geossistema e do sistema sócio-econômico.
Fonte: CHRISTOFOLETTI, A. (1999, p. 41).

Nesse sentido, a análise geoambiental, conforme Souza (2005 apud Evangelista; Lima, 2007) é uma concepção integrativa que advém do estudo unificado das condições naturais e que nos leva a uma percepção do meio em que vivem o homem e os demais seres vivos. Por esse motivo, essa análise integrativa destaca-se nos dias atuais, pois é capaz de reconhecer a importância de se unir as partes ao todo e vice-versa; diferentemente do que acontecia até a primeira metade do século passado, quando se valorizava o conhecimento setorizado do ambiente.

Um estudo sistemático sobre análise geoambiental, requer o conhecimento dos atributos físicos de uma determinada área. Desse modo, Christofolletti (1999) afirma que os sistemas ambientais físicos representam a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes físicos da natureza, como clima, solo, topografia, rocha, água, vegetação, animais.

Para Troppmair; Galina (2006), nos últimos anos, o estudo dos geossistemas têm ganhado importância e aplicação crescente e, entre outros objetivos, procura a conservação, o uso racional e o desenvolvimento do espaço geográfico, beneficiando toda biosfera, em especial, a sociedade humana. Para Christofolletti (1999), os geossistemas, não necessariamente, apresentam homogeneidade fisionômica, e, sim, um complexo essencialmente dinâmico.

3.2 Bacia Hidrográfica e Legislação Ambiental: conceitos e aplicações

3.2.1 Bacia Hidrográfica no contexto da Legislação Ambiental

Na literatura, são muitos os conceitos encontrados para o termo *bacia hidrográfica*. Resumidamente pode-se defini-la, como sendo a área de captação da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um ponto de saída ou exutório. De acordo com Tucci (1997) as bacias de drenagem compõem-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede hidrográfica formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único.

Neste contexto, surgem os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) amparados pela lei, no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº. 9.433/1997, e dos Sistemas Estaduais. No Estado de Minas Gerais, a Lei nº. 13.199/99, por meio da PNRH, instituiu a criação dos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas (PDRH).

Desse modo, a bacia hidrográfica é adotada como unidade territorial básica para implementação da Lei Federal. E, de acordo com os Comitês de Bacias Hidrográficas dos Afluentes mineiros do Baixo Rio Grande (CBH GD-8, 2008), os “Comitês” representam instâncias colegiadas, de caráter consultivo, normativo e deliberativo, compostos pelos poderes públicos, pelos usuários públicos e privados e por representantes da sociedade civil organizada.

O objetivo principal dos PDRH's é aperfeiçoar a utilização dos recursos hídricos de forma ambientalmente sustentável, respeitando as características naturais das bacias hidrográficas e contribuindo para o sucesso do planejamento ambiental.

Conforme Santos et al. (2005), a água constitui um dos elementos físicos mais importantes da paisagem terrestre, interligando fenômenos da atmosfera inferior e da litosfera, interferindo na vida vegetal-animal, a partir da interação com os demais elementos do seu ambiente de drenagem. Encostas, topos e fundos de vales, canais, corpos de água subterrânea, sistemas de drenagem urbanos, entre outras unidades espaciais, estão interligados como componentes das bacias de drenagem.

Os estudos realizados em bacias hidrográficas, cada vez mais, são fundamentais para compreensão do relacionamento homem/natureza e devem ter como finalidade, atender

às necessidades de inclusão da sociedade nesse processo de conhecimento sobre a possibilidade de se explorar de forma sustentável os seus recursos.

Sob o ponto de vista político, as bacias de drenagem revelam-se excelentes áreas de estudos, sendo consideradas como Unidades de Planejamento, asseguradas pela Lei nº. 9.433/97 (PNRH), que em seu art. 1º, afirma que:

... a água é um bem de domínio público; é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; 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; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

No Artigo 3º das “*Diretrizes Gerais de Ação*”, são necessárias para a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos em bacias hidrográficas:

- I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
- II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
- IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;
- V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;
- VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Percebe-se que a lei busca indicar um modelo de gestão a ser seguido, tendo como objetivo mais relevante, a garantia e disponibilidade de água e integridade dos solos, tanto em quantidade, como em qualidade, para atender às necessidades da sociedade no presente e no futuro.

Nesse sentido, estudos em bacias hidrográficas têm a possibilidade de elaborar um diagnóstico ambiental referente às condições do meio em que a bacia está submetida e apontar para um uso racional de suas terras. Consequentemente torna-se possível adotar ações em médio e longo prazo, conforme as necessidades do meio, com o objetivo de prevenir possíveis formas de degradação.

3.2.2 Bacia Hidrográfica no contexto da Análise Geossistêmica

Segundo Tucci; Silveira (2001, p.15), “a bacia hidrográfica é caracterizada com relação a uma seção do rio principal. Considerando esta seção, a área que contribui por gravidade para o rio principal ou seus afluentes que escoem para a seção principal, é definida pela bacia hidrográfica da mesma” (Cf. Figura 09). Esta área é determinada pela topografia da superfície. A geologia do subsolo, no entanto, pode fazer com que parte do escoamento se direcione para fora da área delimitada superficialmente.

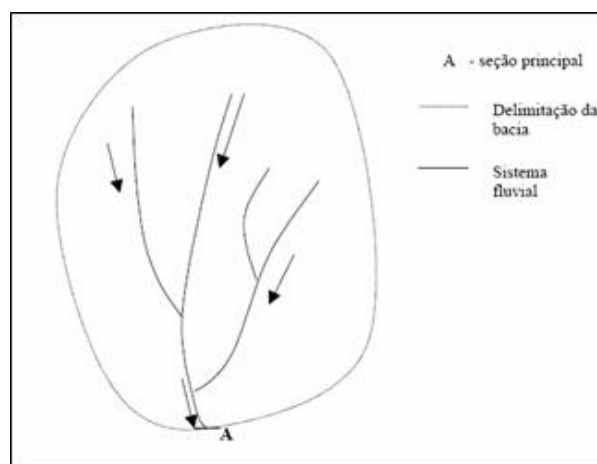


Figura 09 – Esquema de uma bacia hidrográfica
Fonte: TUCCI; SILVEIRA (2001)
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B. (2009)

As características principais da bacia hidrográfica são área de drenagem, comprimento do rio principal, declividade do rio e declividade da bacia. Na Figura 10, observa-se que os rios geralmente possuem um trecho superior, com características de Planalto onde a declividade não é muito grande. A seguir observa-se um trecho médio de grande declividade e, no seu trecho inferior, a declividade é pequena onde o rio tende a adquirir formas de meandros.

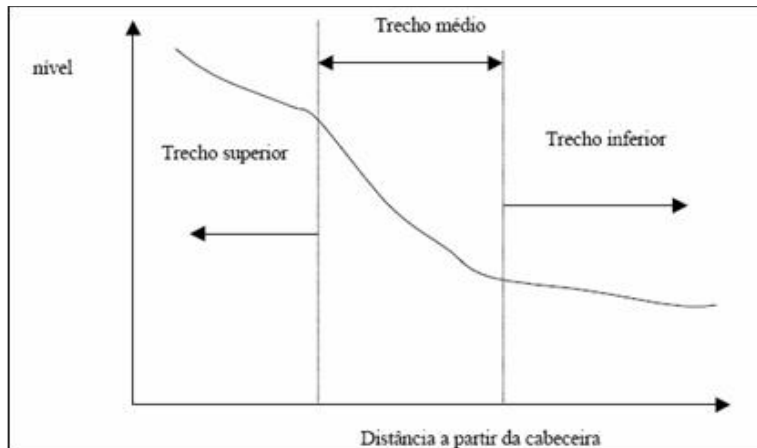


Figura 10 – Declividade em bacias hidrográficas
 Fonte: TUCCI; SILVEIRA (2001)
 Org.: FLORÊNCIO, B.A.B. (2009)

As bacias hidrográficas evidenciam um sistema de hierarquização de seus canais. O modo como se organiza a estrutura de uma bacia obedece a ordem natural de menor e maior volume de seus cursos, que segue da parte mais alta para as partes mais baixas. Segundo a Rede das águas (2001), pode-se também classificar as bacias de drenagem de acordo com sua importância e magnitude, como aquelas que são drenadas por grandes rios ou, também, as secundárias e terciárias de localização interiorana ou até mesmo no litoral.

Para Rocha; Kurtz (2001, p. 10 e 11):

...as bacias hidrográficas não têm dimensões superficiais definidas; elas representam uma área delimitada por um divisor de águas que drena as águas de chuva por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão de efluente, convergindo para uma única saída e desaguardando diretamente no mar ou em um grande lago (ROCHA; KURTZ 2001, p. 10 e 11).

Apoiando-se nos dizeres de Guerra e Cunha (1996), “a bacia hidrográfica é uma unidade ecossistêmica e morfológica”, portanto sua análise recai sobre as bases científicas fundamentadas na teoria geossistêmica. Desse modo, o sistema de drenagem formado, é considerado um sistema aberto (CHORLEY (1962); COELHO NETO (1995), apud GUERRA; CUNHA (1996)), onde ocorrem entrada e saída de energia.

A energia fornecida às bacias de drenagem é proveniente da atuação climática e da tectônica locais; eliminando fluxos energéticos pela saída da água, sedimentos e solúveis (Cf. Figura 11). Internamente, verificam-se constantes ajustes nos elementos das formas e nos processos associados, em função das mudanças de entrada e saída de energia.

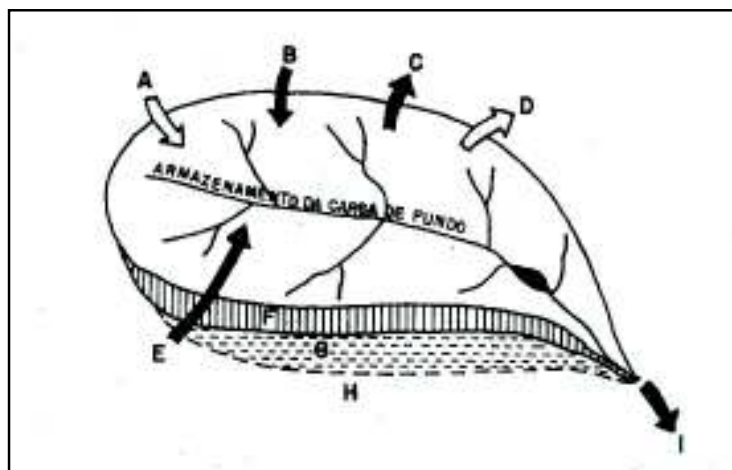


Figura 11 – Fluxos e transformações de energia, água e sedimentos na bacia de drenagem.

(A): Energia radiante; (B): Precipitação; (C): Evapotranspiração; (D): Energia latente; (E): Material Intemperizado; (F): Armazenamento de umidade no solo; (G): Armazenamento de água subterrânea; (H): Material fonte; (I): Descarga, transporte de sedimentos em suspensão, dissolvido e de fundo.

Fonte: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (1996, pág. 354)

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B. (2009)

De acordo com Lima (1996, p.17),

Todo sistema é um organismo autônomo, mas ao mesmo tempo, componente de um sistema maior (como por exemplo: bacia unitária, microbacia, macrobacia). No sistema aberto, portanto, a ênfase recai sobre as interações e inter-relações do conjunto, ou seja, do todo, do “holon” (holística).

Desse modo, a bacia hidrográfica, como sistema aberto, pode ser descrita em termos de variáveis interdependentes, as quais oscilam ao longo de um padrão ou de uma média.

Ainda, segundo Lima (1996, p.17),

[...] como tal sistema, a bacia se encontra, mesmo quando não perturbada, em contínua flutuação, num estado de equilíbrio transacional ou dinâmico. Ou seja, a adição e perda de energia no próprio sistema, encontram-se sempre em delicado balanço.

Seguindo esse conceito de autoajuste, pode-se considerar que quaisquer mudanças significativas no comportamento das condições naturais de uma bacia hidrográfica, causadas por processos erosivos naturais ou antrópicos, poderão gerar alterações no fluxo energético, desencadeando desequilíbrio ambiental e, por consequência, a degradação da paisagem.

Sobre isto, Guerra; Cunha (1996, p.353), dizem:

... as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e / ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (GUERRA; CUNHA, 1996, p.353).

A melhor maneira de garantir o uso sustentável em bacias hidrográficas é por meio de manejo. Segundo Cecílio; Reis (2006), o manejo de bacias hidrográficas consiste em melhorar as condições da bacia, promovendo a correta utilização dos recursos naturais a partir do uso apropriado do solo, da manutenção de cobertura vegetal adequada, do controle da poluição, da regulamentação do uso da água, e até mesmo da construção de obras hidráulicas necessárias.

3.3 Sistema de Informação Geográfica aplicado em estudos ambientais

Os Sistemas de Informação Geográfica fazem parte de um amplo estudo contemplado pelo Geoprocessamento que, de acordo com Carvalho et al., (2000), engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais.

Dentre as tecnologias que fazem parte do geoprocessamento, destacam-se o sistema de informação geográfica, a cartografia digital, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global e a topografia. De maneira simplificada e didática, Rosa; Brito (1996), descrevem a arquitetura de um ambiente de geoprocessamento como a composta na Figura 12.

Assim, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma das técnicas de geoprocessamento que pode englobar todas as demais, mas nem todo geoprocessamento é um SIG (CARVALHO et al., 2000). O SIG oferece recursos diversos para se obter uma visualização detalhada da área a ser estudada, utilizando *softwares* modernos que incluem desde a cartografia digital até a formulação de um banco de dados que integre informações obtidas por meio de pesquisas diversas.

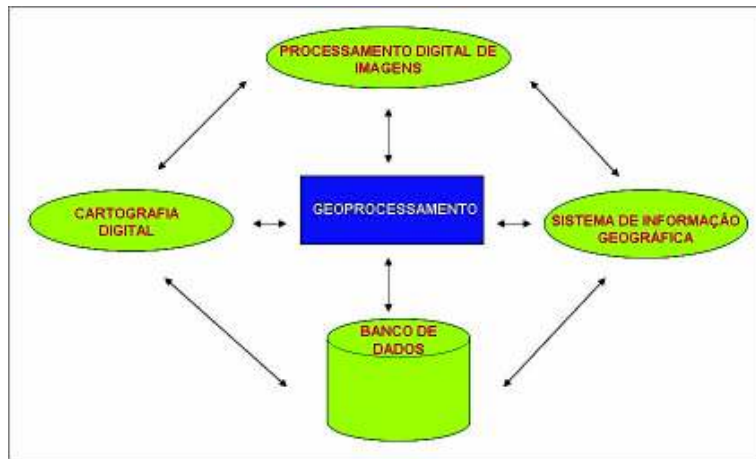


Figura 12 - Arquitetura de um ambiente de geoprocessamento
 Fonte: ROSA; BRITO (1996)
 Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

Rosa e Brito (1996, p.8) definem o SIG ou *GIS* (*Geographic Information System*), como um “sistema destinado à captura, armazenamento, checagem, integração, manipulação, análise e apresentação de dados referidos espacialmente, na superfície terrestre”.

De acordo com Barbosa (1997, p.13), o termo Sistema de Informação Geográfica é aplicado para sistemas computacionais que manipulam dados geográficos; o autor também comenta que:

A palavra sistema deve-se ao fato de o SIG ser composto por vários componentes inter-relacionados, com características próprias e subordinadas a processos de transformação conhecidos. A palavra informação deve-se ao fato de o SIG permitir a conversão de dados em informações a partir de manipulações e consultas interativas sobre os dados armazenados. A palavra geográfica implica que os dados possuem localizações conhecidas, estão amarrados à superfície terrestre ou podem ser calculados em termos de coordenadas geográficas, etc. (BARBOSA, 1997, p.13).

Segundo Câmara; Davis (2001), os primeiros SIG's surgiram na década de 1960, no Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário dos recursos naturais. Porém, nesta época, estes sistemas eram muito difíceis de serem utilizados, a tecnologia não era suficientemente satisfatória para operar com precisão e a mão de obra, além de ter que ser altamente especializada, era dispendiosa.

Ao longo da década de 1970, foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de *hardware*, tornando viável o desenvolvimento de sistemas comerciais. Porém, foi nos anos de 1980 que a tecnologia de informação geográfica iniciou seu processo de crescimento e expansão (CÂMARA; DAVIS, 2001).

A “popularização” dos SIG's, segundo Câmara; Davis (2001, p.15) pode ser atribuída:

[...] aos avanços da microinformática e consolidação de centros de estudos, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no Brasil e o National Center for Geographical Information and Analysis (NCGIA), nos Estados Unidos da América, que propiciaram o barateamento dos *hardwares* e surgimento de muitos *softwares* especializados para operar em ambiente de SIG (CÂMARA; DAVIS, 2001, p.15).

Atualmente observa-se um acelerado crescimento na utilização dos SIG's em diversas organizações, em função da economia, eficiência e para trabalhar com estes sistemas. Como aponta Câmara; Davis (2001), o uso da tecnologia de sistema de informação geográfica tem contribuído para o manuseio de grandes volumes de dados quantitativos e auxiliam na interpretação, análise e integração dos referidos dados.

Para Medeiros; Câmara (2001, p.01):

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento (MEDEIROS; CÂMARA, 2001, p.01).

Essa afirmação segue o conceito de *Desenvolvimento Sustentável*, proposto durante a reunião da Cúpula Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, em 1992. O documento resultante desse encontro estabelece que as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente dos impactos ambientais, em curto, médio e longo prazo; assegurando o atendimento das necessidades de desenvolvimento econômico atual sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Com base nos princípios da sustentabilidade, os estudos de mapeamento temático propõem-se a caracterizar e entender a organização do espaço, como apoio para o estabelecimento de ações e estudos futuros.

Conforme Beltrame (1994, p. 102):

... o emprego de SIG permite a compilação e organização de dados. Isso pode ser exemplificado pelo fato de que a tecnologia manipulada por um SIG é capaz de gerar mapas temáticos de uma mesma área geográfica (informações químicas e físicas do solo, clima, uso da terra, hipsometria, declividade etc.) com facilidade.

Para confeccionar mapas que integram estes parâmetros, faz-se a sobreposição de múltiplas camadas de arquivos do tipo “raster”. Na Figura 13, observa-se como isto é possível no ambiente computacional.

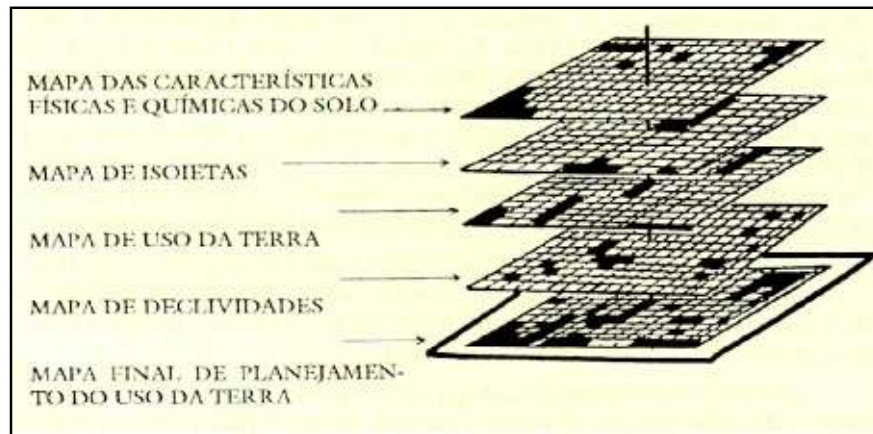


Figura 13 - Exemplo de sobreposição “raster” para 4 níveis de informação da mesma área
 Fonte: BELTRAME, A.V. (1994, pág. 102)

O mapeamento de vários temas isolados e/ou integrados gerados pelo SIG possibilita uma melhor compreensão a respeito do nível de degradação observado nas análises ambientais. Desse modo, Brasil (1987) apud Assad et al. (1998) define a bacia hidrográfica, como sendo a unidade geográfica ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no ecossistema envolvido pela área de estudo.

Sobre a importância do SIG no planejamento ambiental, Assad et al. (1998, p.35) argumentam:

O SIG apresenta um grande potencial para integração de dados geocodificados. Assim, no caso de estudos em bacias hidrográficas, as maiores vantagens de sua utilização, são decorrentes da possibilidade de automatização de cruzamentos complexos de informações que gera um produto final preciso com economia de tempo, se comparado com métodos tradicionais.

Os SIG's podem armazenar informações como fertilidade dos solos, dados socioeconômicos, susceptibilidade à erosão, zoneamento ambiental, entre outros, que subsidiam os órgãos competentes para a realização do planejamento ambiental e possibilitam análises futuras sobre o monitoramento em bacias hidrográficas.

A utilização dos SIG's, especialmente por meio de análises de fotografias aéreas e imagens de satélite, contribui de maneira satisfatória para elaborar estudos sobre a estruturação da paisagem e permitem uma análise integrada e a formulação de propostas que visem ao aproveitamento de uma determinada localidade.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

54

Este trabalho se apoia na aplicação da *Teoria dos Geossistemas* que, de acordo com Bertrand (1971), é eficiente para analisar a paisagem de forma integrativa, a partir da combinação de seus potenciais ecológicos (clima, geomorfologia e hidrologia), da exploração biológica (conjunto dos seres vivos e o solo) e das ações humanas. Considerando a diversidade de paisagens que compõem a área em estudo, a pesquisa foi realizada a fim de se evidenciar os “motores” que agem e transformam o espaço físico.

De acordo com a área da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (35.781 ha), alguns autores a classificam como “sub-bacia”. Para Rocha e Kurtz (2001, p. 10 e 11), as sub-bacias representam o marco intermediário entre bacia e microbacia hidrográfica; argumentando que:

[...] O conceito de sub-bacia e microbacia é o mesmo de bacia hidrográfica, acrescido do enfoque de que na sub-bacia o deságüe se dá diretamente em outro rio. As sub-bacias hidrográficas têm dimensões superficiais que variam entre 20.000 ha e 300.000 ha” (ROCHA; KURTZ 2001, p. 10 e 11).

No entanto, os referidos autores afirmam que os termos “microbacia” e “sub-bacia” carregam o mesmo significado de bacia, variando apenas em relação às suas dimensões superficiais, podendo também variar de acordo com a região do país e tipos de cartas topográficas disponíveis para sua delimitação.

Optou-se, nesta pesquisa, por trabalhar com o termo “bacia hidrográfica”, acrescido de explicações utilizadas na literatura, para diferenciar as bacias de drenagem em relação à sua superfície de drenagem. Ressalta-se que ambos os termos trazem a noção de que as bacias hidrográficas correspondem à área drenada por um curso principal, convergindo para um único ponto de saída.

4.1 Documentos

Dados Climatológicos

- Dados da estação pluviométrica de nº. 1947008, da Agência Nacional de Águas (ANA), instalada no município de Sacramento, nas coordenadas de Latitude 19° 52' 43" S e Longitude 47° 27' 11" W a uma altitude de 845 metros. Foram obtidos dados do período de 1975 a 2008.

55

Dados Hidrológicos

- Dados de Vazão da estação fluviométrica com Código nº. 60220000, instalada no distrito de Desemboque (MG), Latitude 20° 0' 50'' S e Longitude 47° 1' 2'' W a uma altitude de 960 metros, na bacia do Rio Araguari. Os dados foram obtidos pelo Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (HIDROWEB/ANA), no período de 1996 a 2006.
- Dados de excedente e deficiência hídrica, calculados a partir do balanço hídrico (THORNTHWAITE & MATHER, 1955), obtidos pela estação pluviométrica de nº. 1947008, da rede pluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA).

Documentos Cartográficos

- Cartas topográficas analógicas de Sacramento (folha SE-23-Y-C-V) e Uberaba (folha SE-23-Y-C-IV) fornecidas e editadas pelo IBGE na escala de 1:100.000;
- Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB/MINAS GERAIS) em escala de 1:1.000.000;
- Mapa de solos do Estado de Minas Gerais, realizado pelo Projeto “Geoprocessamento em Minas Gerais” (GEOMINAS) em escala de 1:1.000.000; e mapa sobre o Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paranaíba (EMBRAPA, 2004), na escala de 1:250.000;
- Modelo Digital de Elevação do sensor SRTM, do Estado de Minas Gerais obtido no Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no ano de 2009;
- Ortomosaico de composição colorida, fornecido pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão do Brasil, editadas pelo IBGE (2002), em escala de 1:25.000;
- Imagem do Satélite ETM+/Landsat 5, bandas 3G 4R 7B de agosto de 2009, com resolução espacial de 50 metros.

Equipamentos

- Mesa digitalizadora Digigraf Van Gogh A1;
- Câmera fotográfica Sony, modelo Cyber-Shot, resolução de 7.2 mega pixels;
- GPS map 60 CS GARMIN 12 canais;
- Notebook Dell Inspiron 1525, Processador Core 2 Duo, 2GB de RAM, Disco rígido de 120 GB, Tela Widescreen de 15.4” WXGA, DVD/RW, mouse óptico e Sistema Operacional Windows XP.

Softwares

- ***Cartalinx*** - executa funções de desenho cartográfico, faz a ligação das feições cartográficas digitais com o banco de dados e dá acesso à gerência do próprio banco de dados. É destinado à construção de bases de dados espaciais, sendo composto por cinco componentes principais (menu principal, barra de ferramentas, tabelas, janela de visualização e barra de status).
- ***Idrisi, versão 32*** – desenvolvido pela Graduate School of Geography at Clark University, Massashussets, é baseado no formato raster de representação dos dados e reúne ferramentas nas áreas de processamento de imagens, sensoriamento remoto, SIG, geoestatística, apoio à tomada de decisão e análise de imagens geográficas.
- ***Spring 5.0.2*** - desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para processamento em ambiente UNIX e Windows, que inclui um banco de dados geográficos, permitindo adquirir, armazenar, combinar, analisar e recuperar informações codificadas espacial e não espacialmente, combinando funções de processamento de imagens, análise espacial e modelagem numérica do terreno.
- ***ArcView 3.2 a*** – desenvolvido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute) para efetuar análises em ambiente de SIG, trabalha em ambiente Windows, e é considerado um dos SIG’s mais populares do mundo, pois facilita a integração de dados possibilitando acessar registros de bases de dados e visualizá-los em mapas; possui banco de dados próprio, e pode ler diferentes tipos de formato e imagem (ROSA & BRITO, 1996).

- **SisCAH** - o Sistema Computacional para Análise Hidrológica (SisCAH), foi desenvolvido pelo grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH), do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, e tem como objetivo facilitar a realização de análises hidrológicas a partir de séries históricas de vazão. Utiliza como base de dados os arquivos nos formatos .TXT e .MDB, disponibilizados na Internet pela Agência Nacional de Águas, através do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb).
- **Word 2007** (Editor de textos) – *software* processador de textos da *Microsoft* de autoria de documentos com boa qualidade de aparência, oferecendo ao usuário a habilidade de criar e compartilhar documentos combinando um conjunto abrangente de ferramentas de redação, edição e revisão de textos.
- **Excel** (Editor de planilhas eletrônicas) – editor de planilhas eletrônicas da *Microsoft* utilizado para analisar, compartilhar e gerenciar informações. Apresenta interface orientada à exibição de tabelas e visualização de dados com capacitadas ferramentas de criação de fórmulas, formatação de planilhas, construção de gráficos, etc., de forma rápida e com bons resultados.
- **Adobe Photoshop CS** - desenvolvido pela Adobe Systems da *Microsoft*, edita imagens bidimensionais do tipo *raster* (possuindo ainda algumas capacidades de edição típicas dos editores vetoriais).

4.2 Procedimentos operacionais

Para este estudo, adotou-se a bacia hidrográfica do Ribeirão Borá como unidade de pesquisa e análise. A metodologia de trabalho segue a proposta de Libault (1971), na qual são definidos quatro níveis de abordagem na pesquisa geográfica: compilatório, correlatório, semântico e normativo.

Desse modo, a primeira fase da pesquisa, nível compilatório, corresponde à obtenção dos dados de qualquer natureza, sejam eles obtidos por informações fornecidas por cartas topográficas, cartas geológicas, dados de laboratório, e/ou levantamento bibliográfico. Nessa etapa, são selecionadas as informações pertinentes para a continuidade da pesquisa e interpretação da dinâmica ambiental local.

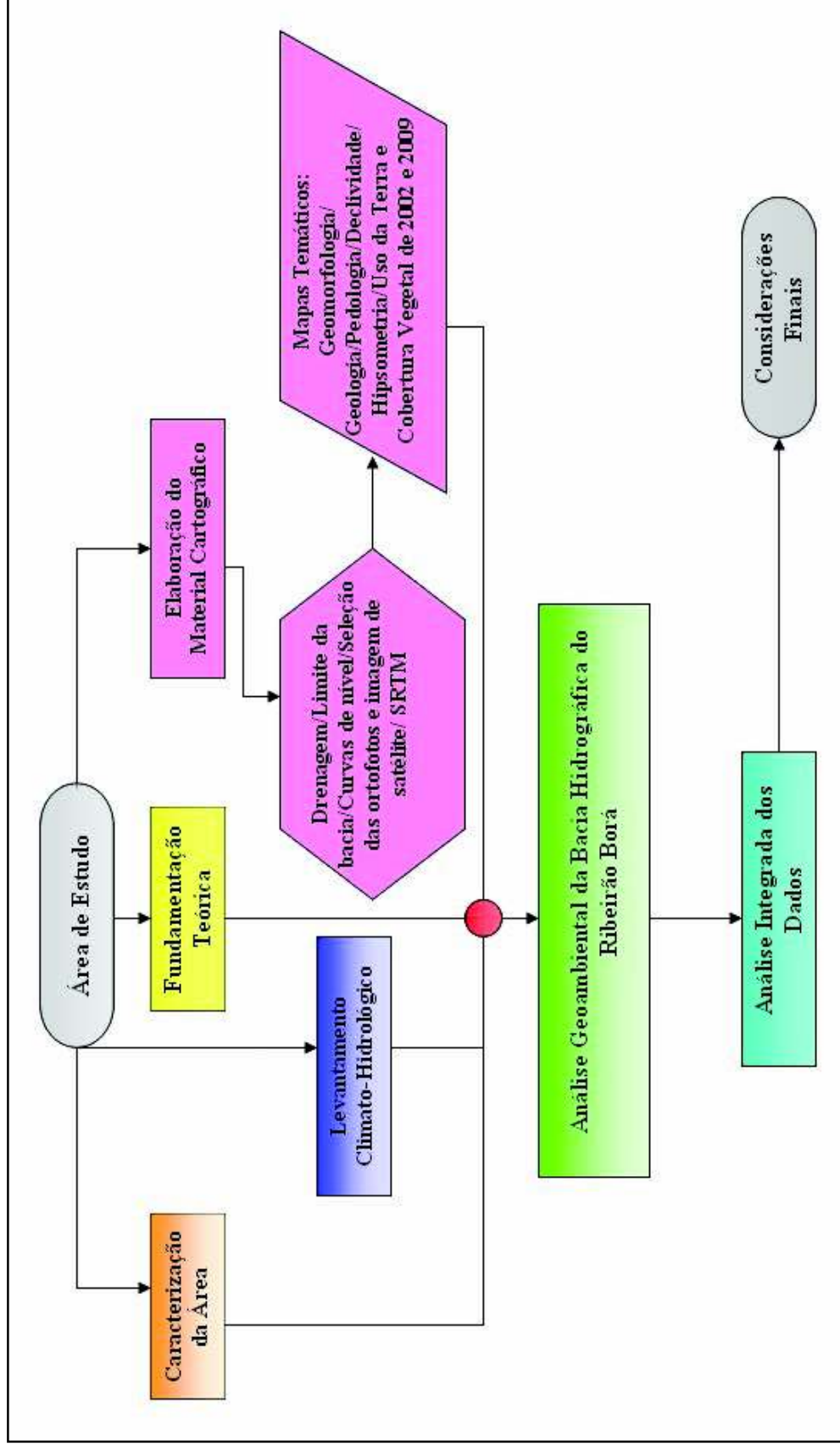
O segundo nível proposto por Libault (1971), denominado de correlatório, considera a correlação dos dados obtidos anteriormente, para posterior interpretação. Nesse momento, é importante operar dados de maneira seletiva; deve-se correlacionar informações de natureza homogênea, para não ocorrer interpretações errôneas. Entendem-se como dados homogêneos aqueles que foram obtidos no mesmo local e momento e com os mesmos métodos.

O nível semântico, terceira etapa da pesquisa, indica o momento em que o pesquisador irá realizar a interpretação dos dados obtidos e correlacionados. Esse nível deverá fornecer um resultado satisfatório quando associado às etapas anteriores; e as informações adquirem um caráter significativo para interpretação e análise dos dados selecionados.

Na quarta e última fase da pesquisa, nível normativo, indica que o produto final obtido transforma-se em modelo, traduzindo os resultados e apontando para diretrizes a serem seguidas. Os resultados podem ser apresentados na forma de gráficos, mapas, tabelas, cartogramas, quadros etc. e poderão subsidiar a tomada de decisões e medidas preventivas, ou até mesmo corretivas para os problemas detectados.

A proposta metodológica de Libault (1971) apresenta aplicação bastante ampla. Por esse motivo, torna-se fundamental para essa pesquisa, pois evidencia a possibilidade de interpretação, análise e compreensão da dinâmica ambiental da BHRB, como propõem os objetivos para realização da análise geoambiental.

De forma sintetizada, o Fluxograma (1) apresenta a metodologia empregada na Análise Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Borá.



Fluxograma 1: Metodologia empregada na Análise Geoambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá
Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

- *Documentos compilatórios utilizados para análise da área*

No primeiro momento da pesquisa, foram levantados referenciais teóricos bibliográficos pertinentes ao tema e documentos cartográficos para conhecimento e compreensão da dinâmica ambiental da área em estudo.

Como fonte de dados primários, utilizaram-se mapas de Geologia e de Solos, de estudos realizados pelo CPRM e GEOMINAS, na escala de 1:1.000.000 e pelo Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paranaíba (EMBRAPA, 2004), na escala de 1:250.000.

- *Levantamentos de Campo*

Os levantamentos de campo foram necessários para melhor entendimento da paisagem local e confirmação sobre o uso e ocupação do espaço. A primeira visita ao campo aconteceu nos dias 10 e 11 de outubro de 2008 e teve como proposta o reconhecimento da área de estudo e percepção das diferentes categorias de paisagem. Utilizou-se, nesta atividade, o ortomosaico de composição colorida, fornecido pelo IBGE (2002), em escala de 1:25.000; aparelho GPS e câmera fotográfica.

O segundo trabalho de campo ocorreu nos dias 22 e 23 de abril de 2009, com objetivo de visitar órgãos públicos localizados na cidade Sacramento. Para tanto, procurou-se a Prefeitura Municipal e o SAAE, com intuito de obter informações sobre a organização dos serviços e equipamentos urbanos e coletar documentos históricos da cidade. Nessa etapa, também foram visitadas algumas propriedades rurais com o intuito de fotografar e conferir o uso do solo.

O terceiro trabalho de campo aconteceu nos dias 18, 19 e 20 de agosto de 2009, com objetivo de visitar e fotografar alguns pontos específicos na área urbana, onde a intervenção antrópica se dá com maior intensidade na bacia; e também identificar os aspectos relativos à utilização dos recursos hídricos, permitindo o reconhecimento da rede de drenagem e dos corpos d'água existentes na área.

O quarto e último trabalho de campo realizou-se entre os dias 12 e 14 de novembro de 2009, com objetivo de observar e caracterizar a compartimentação geológica, geomorfológica e pedológica da bacia. Nesse momento, foram visitados alguns pontos

da bacia que concentram informações aparentes sobre sua história ambiental, como a Gruta dos Palhares e o Parque da Areinha. Também foram visitadas as duas PCH's presentes na bacia, a foz e a nascente do Ribeirão Borá; e a "torre" da cidade, ponto de maior altitude na área urbana (cerca de 960 m de altitude), onde foi possível perceber a nítida intercalação de grupos distintos de rochas que sustentam a geologia local; no caso, fragmentos de basalto intercalados com o Arenito Botucatu.

- *Cenário Socioeconômico*

Esse momento da pesquisa foi apresentado na caracterização geral da área de estudo para melhor compreensão sobre o histórico de ocupação, evolução e crescimento da área urbana na bacia. Para tanto, foram utilizados documentos históricos, e consultados órgãos federais, estaduais e municipais especializados em levantamentos de caráter socioeconômico dos municípios brasileiros.

As informações foram disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação João Pinheiro (FJP), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Assembléia Legislativa de Minas Gerais (ALMG), Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAEMG), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER/MG), Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) e Superintendência Municipal de Desenvolvimento do Agronegócio, da Prefeitura Municipal de Sacramento (PMS).

- *Características Climáticas da bacia*

Nesta etapa, analisaram-se dados climáticos (temperatura e pluviosidade), sendo que as alturas pluviométricas mensais e anuais foram obtidas na estação de nº. 1947008, da rede pluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA), instalada no município de Sacramento, nas coordenadas de 19° 52' 43" S e 47° 27' 11" W a uma altitude de 845 metros. Utilizou-se uma série histórica de 34 anos de dados (1975-2008).

Em função da ausência de dados de temperatura para a bacia, construiu-se a equação de regressão para o estado de Minas Gerais, adequada à latitude e longitude do município

de Sacramento. Com base nessas coordenadas geográficas, são agregados os dados de altitude local calculados no *Microsoft Excel*.

De posse dos dados de temperatura média, segue-se o cálculo de balanço hídrico (disponibilidade de água no solo), no período de 1975 a 2008, baseado na metodologia proposta por Thornthwaite & Mather (1955) e sintetizada por Rolim e Sentelhas (2000), de modo que pode também ser calculado no *Excel*. Esse procedimento permite obter os valores de deficiência e excedentes hídricos, evapotranspiração potencial e real. No caso da área estudada, utilizou-se a Capacidade de armazenamento (CAD100 mm).

- *Processos Hidrológicos*

A dinâmica hidrológica da bacia foi analisada a partir de cálculos morfométricos e de vazão específica média. Os dados utilizados na análise morfométrica foram trabalhados no *software CartaLinx*, digitalizando-se os seguintes arquivos vetoriais: curva de nível, drenagem e limite da bacia. As fórmulas para obtenção dos parâmetros morfométricos podem ser encontradas em Villela e Mattos (1975), Rocha; Kurtz (2001), e Teodoro et al. (2007) e estão apresentadas a seguir.

Equação 1 : Coeficiente de Compacidade (Kc)

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Equação 2 : Fator Forma (Kf)

$$Kf = \frac{A}{L_c^2}$$

Equação 3 : Densidade de Drenagem (Dd)

$$Dd = \frac{L_c}{A}$$

Equação 4: Sinuosidade do Curso Principal (Is)

$$I_s = \frac{L_t}{D_v^2}$$

Equação 5: Índice de Circularidade (IC)

$$IC = \frac{4\pi \times A}{P^2}$$

Equação 6: Declividade média (H)

$$H = \frac{(C_n \times h)}{A} \times 100$$

Equação 7: Coeficiente de Rugosidade (RN)

$$RN = D_d \times H$$

Onde:

A = área da bacia em Km²

P = perímetro da bacia em Km

L_t = soma dos comprimentos dos canais (em Km)

L_c = Comprimento total dos rios e/ou canais em km

L_e = Comprimento do eixo da bacia

D_v = Distância vetorial do canal principal

C_n = soma, em Km, dos comprimentos de todas as curvas de nível

h = equidistância, em Km, entre as curvas de nível

O cálculo da vazão específica média foi realizado a partir de dados de uma bacia localizada próxima à área de estudo, com características semelhantes à BHRB. Os dados foram obtidos pela estação fluviométrica Código nº. 60220000, instalada no distrito de Desemboque (MG), no Rio Araguari, com área de drenagem de 1.073 Km². Para esse estudo, optou-se por trabalhar com uma série histórica de 10 anos de dados (1996-2006).

A partir dos dados disponíveis pela ANA, foi estimada a vazão específica média (1996-2006) da bacia utilizada como referência (Estação do Desemboque), obedecendo aos seguintes passos:

1 – Utilizando os *softwares SisCah e Excel*, calculou-se a vazão média, mensal e anual, do período estudado, sendo que os dados foram fornecidos na unidade de m^3/s .

2 – Os valores de vazão encontrados em m^3/s foram transformados para litros/segundos (l/s), multiplicando-se os valores obtidos por 1.000 ($1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ litros}$).

3 – Calculou-se também a vazão em m^3/h , multiplicando-se m^3/s por 3.600 (onde 1 hora corresponde a 3.600 segundos).

4 – Para obter o valor da vazão específica média da estação base, foi calculado l/s/km^2 , dividindo-se l/s por 1.073 Km^2 (valor da área de drenagem da Estação do Desemboque).

A partir dos dados de vazão específica média (1996-2006) calculados para a estação de referência (Estação do Desemboque), obtiveram-se os valores de vazão estimados para a bacia hidrográfica do Ribeirão Borá, em l/s e m^3/h , obedecendo-se aos seguintes passos:

1– Para obter a vazão em l/s, multiplicou-se a vazão específica (l/s/km^2) calculada para a estação base (Desemboque), pela área da bacia do Ribeirão Borá ($357,81 \text{ Km}^2$), obtendo-se dessa forma, a vazão média em l/s.

2 – Para obter o valor da vazão média em m^3/s , dividiu-se a vazão em l/s por 1.000.

3 – Por último, para obter o valor da vazão média em m^3/h , multiplicou-se a vazão em m^3/s por 3.600.

- *Elaboração dos mapas temáticos*

A seguir, encontram-se descritos os procedimentos técnicos utilizados na elaboração dos seguintes mapas: base cartográfica, geomorfologia, geologia, classes pedológicas, hipsometria, declividade e uso da terra e cobertura vegetal para os anos de 2002 e 2009.

Os *layouts* finais dos mapas foram elaborados no *software Photoshop CS*, para padronização.

a) Base cartográfica

A partir das cartas topográficas analógicas (planialtimétricas) de Sacramento (folha SE-23-Y-C-V) e de Uberaba (folha SE-23-Y-C-IV) fornecidas e editadas pelo IBGE na escala de 1:100.000, foi elaborada a base cartográfica, contendo: drenagem; curvas de nível; malha viária e limite da bacia, seguindo os divisores de água e os pontos cotados no terreno. Os dados interpretados foram traçados em *overlay* no papel vegetal sobreposto à carta topográfica, utilizando-se lapiseira de 0.3 mm. Em seguida, os *layers* foram extraídos, com o auxílio instrumental técnico de uma mesa digitalizadora e o *software Cartalinx*.

Houve cuidado para que o erro de calibração admissível da base cartográfica não fosse superior a 50 m, visto que para a escala de trabalho em questão, este é o valor máximo permitido no padrão de exatidão cartográfico tipo B.

b) Geomorfologia

De acordo com o conhecimento a priori, obtido por consultas bibliográficas realizadas, para entendimento da área em estudo, delimitou-se a estrutura geomorfológica por meio de fotointerpretação do ortomosaico de composição colorida (IBGE, 2002), em escala de 1:25.000 e dos levantamentos de campo.

Em seguida, elaborou-se o mapa geomorfológico no *software Arc View 3.2a*.

c) Geologia

Utilizou-se como parâmetro para elaboração do mapa geológico, o mapa disponibilizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB/MINAS GERAIS) em escala de 1:1.000.000 com o auxílio do ortomosaico de composição colorida (IBGE, 2002) na escala de 1:25.000.

Inicialmente delimitou-se a estrutura geológica por meio do mapa de geologia do CPRM. Logo após, foi realizada a interpretação do ortomosaico e visitas de campo, com o auxílio dos professores da Universidade Federal de Uberlândia. Por fim, elaborou-se o mapa de geologia no *software ArcView 3.2a*.

d) Classes Pedológicas

Para elaborar o mapa de classes pedológicas, utilizou-se como parâmetro o mapa confeccionado pelo Projeto “Geoprocessamento em Minas Gerais” (GEOMINAS) em escala de 1:1.000.000. Em seguida, com auxílio do mapa sobre o Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paranaíba (EMBRAPA, 2004), em escala de 1:250.000; e análise do ortomosaico de composição colorida (IBGE, 2002) na escala de 1:25.000, realizou-se uma adequação para tentar se aproximar da realidade pedológica da bacia.

As informações disponíveis pelo material cartográfico foram extraídas e vetorizadas no *software Cartalinx* e o mapa temático final foi realizado no *software ArcView 3.2a*.

e) Hipsometria

No *software Idrisi 32*, foi elaborado o mapa hipsométrico, que tem como objetivo, mostrar o desnível e a distribuição altimétrica do relevo, fatores que influenciam na velocidade de escoamento superficial da água e contribuem, sob a perspectiva, agronômica, para definir o grau de limitação das terras.

O mapa foi elaborado a partir dos dados do MDE/SRTM de Minas Gerais e limite da bacia. Os dados foram importados pelo *software Idrisi 32* e, com o comando *Reclass*, agruparam-se as classes existentes em intervalos de 150 em 150 metros, originando o modelo digital do terreno (Cf. Tabela 8).

Tabela 8 – Classes hipsométricas da BHRB (MG)

Classes Altimétricas	Intervalo de Altimetria (m)
A	550-650
B	651-800
C	801-950
D	951-1100

Org: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

O mapa final foi executado no *software ArcView 3.2a*, a partir do arquivo “*raster*” que foi exportado no formato de imagem “*tif*” pelo programa Idrisi 32.

f) Declividade

Para confeccionar o mapa de declividade da bacia, também, utilizou-se o *software Idrisi 32*, a partir dos dados do MDE/SRTM de Minas Gerais. Em seguida, empregou-se o

comando *Surface* e, depois, o *Filter*, com o objetivo de melhorar e suavizar as classes estabelecidas. Posteriormente, com auxílio do comando *Reclass*, o arquivo foi reclassificado, atribuindo ao arquivo “*raster*” as classes desejadas.

As classes de declive utilizadas seguiram os intervalos adotados por Ramalho Filho; Beek (1994), ideais para demonstrar os graus de limitação por suscetibilidade à erosão e ao escoamento superficial e indicar áreas de melhor potencial agrícola (Cf. Tabela 9).

Tabela 9 – Classes de declividade para a BHRB (MG)

Classes de Declive	Nível de Declive (%)
A	0 a 3
B	3 a 8
C	8 a 13
D	13 a 20
E	20 a 45

Fonte: Ramalho Filho; Beek (1994).

Adaptado: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

Por último, a edição final do mapa foi executada no *software ArcView 3.2a*, de onde o arquivo “*raster*” do *software Idrisi 32* foi exportado para o formato de imagem “*tif*”.

g) Uso da Terra e Cobertura Vegetal

Para auxiliar na compreensão dos padrões de organização do espaço, foram realizados levantamentos de campo que serviram de suporte para conferência dos atributos espaciais e elaboração do mapa final de Uso da Terra e Cobertura Vegetal. Essa atividade é de grande importância, pois permite compreender a influência antrópica no processo de ocupação das áreas de cerrado presentes na bacia.

As técnicas de geoprocessamento facilitam na identificação e obtenção de informações confiáveis para elaboração dos mapas temáticos de uso da terra e cobertura vegetal; que foram elaborados a partir do ortomosaico de composição colorida (IBGE, 2002) em escala de 1:25.000; da imagem do Satélite ETM+/Landsat 5, bandas 3G 4R 7B de agosto de 2009, com resolução espacial de 50 metros; e da base cartográfica digitalizada, a partir das cartas topográficas de Sacramento e de Uberaba (1:100.000).

Para realizar o processamento digital de imagens, utilizou-se o *software Spring 5.0.2* e a imagem do satélite ETM+/Landsat 5 de agosto de 2009. Segundo Rosa (2003), esse processo engloba correção de imagens que pode ser dividida em radiométrica ou geométrica; registro de imagens; retificação da imagem; realce das imagens, através da

ampliação de contrastes e das composições coloridas; georreferenciamento de imagens; classificação das imagens e por fim, uma reclassificação.

Foram identificados e relacionados na imagem e no mapa, os pontos de controle, para efetuar o registro dos arquivos. Em seguida, realizou-se o contraste linear, visando ao melhoramento da qualidade da imagem por meio da transferência radiométrica nos *pixels* e para aumentar a capacidade de visualização dos diferentes alvos que a compõem. Dessa maneira, gerou-se a composição colorida 3G 4R 7B pertinente para a classificação e mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal.

Identificaram-se 11 categorias de uso da terra e cobertura vegetal: Mata Ciliar, Cerradão, Cerrado, Campo Sujo, Campo Rupestre, Campo Limpo, Silvicultura, Pastagem, Agricultura, Mancha Urbana e Influência Urbana.

A elaboração final do mapa foi executada no *software ArcView 3.2a*, que possibilita ligar informações geográficas a uma dada localização e realizar a quantificação areal de ocupação das categorias.

- *Classificação e Proposta de uso racional das terras da bacia*

A classificação e a proposta de uso racional das terras da bacia foram realizadas por meio da adaptação do modelo proposto por Lepesch et al. (1991) que determina classes de níveis de capacidade de uso, por meio de quatro níveis categóricos: grupo, classe, subclasse e unidade de capacidade de uso. Neste modelo, as terras são classificadas no *Sistema de Capacidade de Uso* por meio do confronto entre as classes de declive e as unidades pedológicas, estabelecendo classes homogêneas das terras baseadas no grau de limitação e subclasses com base na natureza de limitação do uso.

Para este estudo, devido ao nível de detalhamento oferecido pelo material cartográfico, optou-se por classificar as terras quanto à capacidade de uso, por meio do cruzamento das variáveis do meio físico Declividade e Geomorfologia. Isso porque foi possível elaborar o mapa geomorfológico com maior nível de detalhamento em relação ao de classes pedológicas e para atingir os objetivos propostos, trabalhou-se com dois níveis categóricos: grupo e classe.

O grupo identifica as terras de acordo com a intensidade de uso e é representado por letra maiúscula. São interpretados da seguinte maneira: *Grupo A* - significa as terras

aptas para culturas anuais; *Grupo B* - representa as terras aptas para culturas perenes e pastagem, e *Grupo C* - corresponde às terras próprias para reserva da flora e da fauna.

As classes, que vão do número um até oito, são representadas por algarismos romanos (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) e são utilizadas para classificar o grau de limitação ao uso agrícola da terra. A classe I não apresenta nenhum grau de limitação. De forma crescente, a classe VIII representa as terras com mais altos graus de restrições. Para este, de acordo com os objetivos propostos, não foram utilizadas as classes intermediárias, correspondentes às subclasses e unidades de capacidade de uso.

Esta atividade foi realizada com o objetivo de compreender e analisar a ocupação das terras da bacia, e também para classificá-las de acordo com seu potencial de uso, indicando técnicas conservacionistas que viabilizam melhor aproveitamento agrícola e recomendação de usos preferenciais.

Utilizou-se o *software Idrisi 32*, com o comando “*crosstab*”, para gerar três (3) tabelas que surgiram por meio de cruzamentos dos dados de Declividade, Geomorfologia e Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2009). Foram realizados três cruzamentos: Declividade x Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2009); Declividade x Geomorfologia; Geomorfologia x Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2009); que permitiram um melhor entendimento sobre o uso e ocupação da bacia.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Domínios Geomorfológicos

Os domínios geomorfológicos e as unidades geológicas representam um entendimento das relações entre os elementos geobiofísicos e o seu levantamento serve, entre outros motivos, para analisar o potencial agrícola e avaliar a fragilidade natural do ambiente.

O conhecimento das formas de relevo é de fundamental importância para compreensão dos processos dinâmicos que levam à formação dos diferentes ambientes que existem na crosta terrestre. As trocas de energia e matéria fazem parte do processo dinâmico que geram formas de variadas tipologias. Portanto, essas trocas são responsáveis pela evolução e gênese do relevo terrestre (ROSS, 1990).

Analisar o relevo é imprescindível para entender a formação de diferentes paisagens e de processos que agem de forma integrada (litologia, solos, clima, vegetação e etc.) e também para compreender o ambiente ocupado pelo homem.

Para caracterizar a geomorfologia da bacia, utilizou-se como auxílio o ortomosaico de composição colorida (IBGE, 2002), em escala de 1:25.000. Em seguida, foi possível identificar duas Unidades Morfoestruturais: a Bacia Sedimentar do Paraná (Planalto Meridional), apresentando morfoesculturas de *Relevo Dissecado* e com *Topo Plano*; e a Faixa de Dobramentos Brasília (Planalto da Canastra), com morfoescultura mais abrupta, originando um *Relevo Intensamente Dissecado* (Cf. Tabela 10 e Mapa 02).

Tabela 10 – Unidades de Relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

Unidades de Relevo	Área Total	
	ha	%
Relevo Intensamente Dissecado	4.451	13,12
Relevo Dissecado	11.311	32,80
Relevo com Topo Plano	20.019	54,08
TOTAL	35.781	100,00

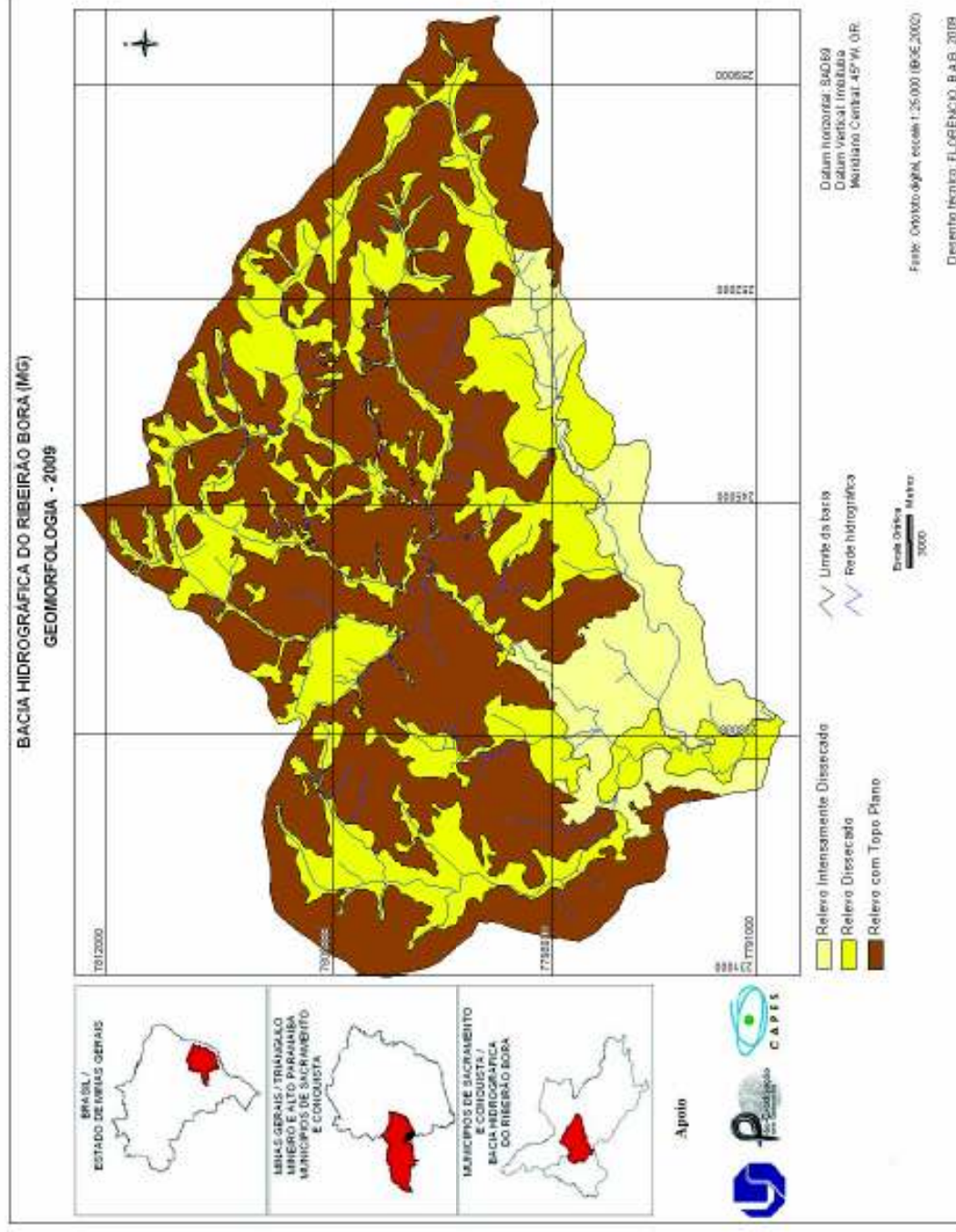
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

Segundo King (1956), as feições geomorfológicas são divididas em duas grandes classes: *Agradação* e *Degradação*. No Brasil, estes dois tipos são frequentemente encontrados, porém, em Minas Gerais, predominam as formas degradacionais, e na

BHRB isso pode ser exemplificado pela presença de chapadas (relevo com topo plano) e planaltos dissecados e intensamente dissecados.

O desenvolvimento das superfícies de desnudação acontece de acordo com o processo de sua evolução. E para King (1956, p.154),

[...] Os aplainamentos da paisagem ocorrem a várias altitudes sobre (ou mesmo abaixo) o nível do mar. [...] As unidades aplainadas são conseqüências dos processos erosivos que nelas operam, e, o material residual delas derivado constitui prova evidente de sua natureza regressiva, podendo ser representadas pelos pedimentos que se lançam no sopé das escarpas para a planície inferior; demonstrando assim a maneira pela qual a planície foi criada (KING, 1956, p. 154).



Mapa 02: Unidades de Relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

Na área em estudo, a paisagem mostra-se evoluída pela regressão de escarpas e pela pedimentação. Os estudos de King (1956) demonstram que as feições morfológicas aplainadas presentes na bacia desenvolveram-se onde os rios mais importantes e seus tributários afundaram e estão afundando a superfície soerguida anteriormente. Neste caso o aplainamento ocorreu devido ao ciclo Sul-Americano que foi reduzido a um planalto dissecado pelos tributários do Rio Grande.

Para melhor entendimento sobre a dinâmica geomorfológica presente na bacia, abaixo, encontram-se descritas as formas esculturais diagnosticadas na área.

- *Relevo Intensamente Dissecado*

Segundo Baccaro (1989), a área de abrangência desse tipo de relevo encontra-se nas vertentes, recobertas por mata semidescídua. Os rios que fazem parte desse compartimento geomorfológico entalham o basalto e as rochas do Grupo Araxá, formando, na maioria das vezes, solos férteis originários de material detrítico da alteração do basalto e muitos canais pluviais e ravinas.

Na bacia, esse tipo de relevo ocupa 13,12% de sua área, representando os principais pontos susceptíveis à ação dos processos erosivos, no entanto, em menor intensidade se comparado ao relevo dissecado, devido à predominância de solos mais resistentes nesses locais.

Essa unidade localiza-se no médio e baixo curso do Ribeirão Borá, com influência mais marcante de seu principal afluente da margem esquerda, o Córrego Rifânia, na região abrangida pelo Planalto da Canastra, no limite de borda com o Planalto Meridional. Devido à presença do Planalto da Canastra, a morfoescultura apresenta-se envolvida por altos e extensos escarpamentos, sendo que a maioria deles é controlada por fraturas e falhas de direções gerais NO-SE e E-O (CETEC, 1983) (Cf. Figura 14).

Na porção Sudoeste da bacia, o relevo intensamente dissecado apresenta-se em altitudes superiores a 800m, com predominância de formas tabulares e planas no topo dos planaltos, ocasionando a formação de várias cachoeiras e corredeiras, com vales muito entalhados e maior densidade de drenagem (Cf. Figura 15).



Figura 14: Planalto da Canastra, no sudoeste da BHRB. Altitude: 895m.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 09/10/2008.



Figura 15: Córrego Rifânia inserido no Planalto da Canastra. Altitude: 895m.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 09/10/2008.

- *Relevo Dissecado*

Com 32,80% de incidência na bacia, essa morfoescultura ocorre principalmente sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, correspondendo às camadas sedimentares e derrames de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (basaltos), que sustentam o Planalto Meridional. Sua maior representatividade incide no médio curso do Ribeirão Borá, em diferentes cotas de altitude, variando entre 600 e 1.000 metros. Uma das características morfológicas mais marcantes dessa feição é a disposição dos planaltos em degraus ou patamares sucessivos, resultantes da atuação de processos erosivos sobre as camadas areníticas alternadas com os basaltos (CETEC, 1983) (Cf. Figura 16).



Figura 16: Dinâmica geomorfológica observada na porção central da BHRB. Altitude: 960m.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 09/10/2008.

Conforme explica Baccaro (1989), esse tipo de relevo apresenta vertentes suaves, recobertas pelo cerrado e, em muitos locais, interrompidas por rupturas mantidas pela laterita, que são os locais preferenciais para o afloramento do lençol subterrâneo, constituindo pequenas nascentes. Nesta feição geomorfológica, os processos erosivos mais frequentes são as voçorocas e ravinas, porque a cobertura cenozóica é constituída de material arenoso, sem consistência e facilmente carregável pela águas das chuvas.

- *Relevo com Topo Plano*

Essa unidade apresenta a maior incidência na bacia (54,08%) e localiza-se nas cotas altimétricas que variam entre 800 e 1.100 metros. O grau de entalhamento dos vales é considerado médio e, na maioria das vezes, são ocupados por pastagens e culturas.

Para Baccaro (1989), o relevo do tipo topo plano apresenta pouca ramificação da drenagem e locais de baixa declividade. Portanto, neste ambiente, a tendência é que ocorram processos erosivos do tipo escoamento pluvial laminar e difuso (Cf. Figura 17).



Figura 17: Área sujeita à erosão laminar. Altitude: 850 m.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 22/04/2009.

Segundo Dantas et al. (2008), o relevo com topo plano é constituído por superfícies pouco acidentadas, formadas por grande massa de relevo erodido, localizados em cotas altimétricas mais elevadas que as superfícies adjacentes e quando são modelados em rochas sedimentares antigas, recebem a denominação de “chapadas”, que são superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, planos ou aplainados, incipientemente dissecados, com rebordos que apresentam amplitude de relevo e declividades baixas ou moderadas e com baixa densidade de drenagem (Cf. Figura 18).

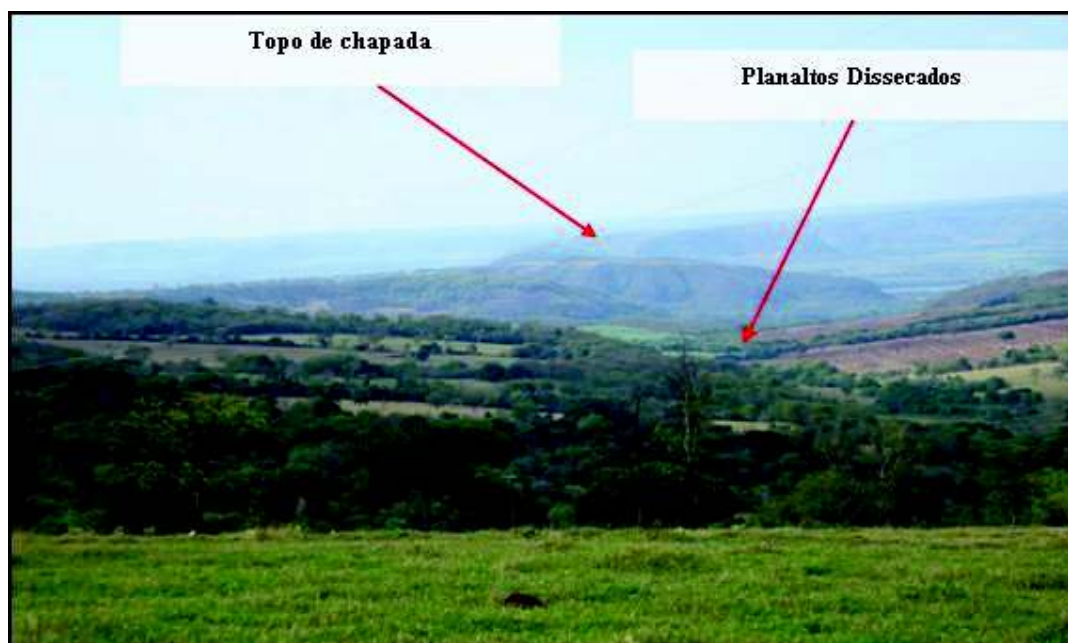


Figura 18: Topo de chapada e planaltos dissecados. Rodovia MG-464.
Autor: FLORENCIO, B.A.B., 09/10/2008.

A realidade geomorfológica da bacia revela que suas formas predominantemente planas, sem grandes ondulações, facilitam o aproveitamento por projetos agrícolas e contribui para a manutenção dos recursos hídricos no subsolo.

5.2 Unidades Geológicas

Conforme o mapa geológico do Estado de Minas Gerais, elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB/MINAS GERAIS), em escala de 1:1.000.000, as informações obtidas pelo ortomosaico do IBGE (2002) em escala de 1:25.000 e as observações em campo foi possível identificar, na

BHRB, cinco formações geológicas principais: *Formação Serra Geral* (Mesozóico), *Formação Marília* (Mesozóico), *Cobertura Detrito-Laterítica Ferruginosa* (Cenozóico), *Depósitos Aluvionares* (Cenozóico) e *Formação Canastra* (Proterozóico), (Cf. Tabela 11 e Mapa 03).

Tabela 11 – Unidades Geológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

Unidades Geológicas	Área Total	
	ha	%
Formação Serra Geral	21.822,5	61
Formação Marília	6.411,8	18
Cobertura Detrito-Laterítica Ferruginosa	7.424,2	18,6
Depósitos Aluvionares	80,1	1,2
Formação Canastra	778	2,1
TOTAL	35.781	100,00

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

A seguir, estão descritas as unidades geológicas e os principais grupos de rochas presentes na área em estudo.

- *Formação Serra Geral*

Constitui o maior embasamento geológico da bacia, ocupando 61% de seu total, nas porções oeste e central (Cf. Mapa 03). Essa Formação iniciou-se na Era Mesozóica, no Período do Cretáceo inferior e compõe-se de rochas ígneas e vulcânicas, sendo compreendida pelo Grupo São Bento, que segundo Barbosa et al. (1970), abrange o conjunto de rochas do derrame basáltico do trape do Paraná, aliado às intercalações das camadas do deserto Botucatu (Cf. Figura 19).

Os extensos derrames de lavas básicas que ocorreram na Bacia Sedimentar do Paraná, apresentam-se na forma de basaltos com coloração cinza-escuro a negro, de textura afanítica (granulação muito fina) e com a presença de amígdalas ou vazios esféricos na porção superior do derrame. Igualmente desenvolvem fraturamentos e juntas verticais e horizontais associadas às amígdalas, constituindo excelentes reservatórios e transmissores de água subterrânea de boa qualidade (RIBEIRO et al., 1997).

Na região do Rio Grande, como afirmam Barbosa et al. (1970), existe uma espessura de 260 m de basaltos e arenitos. O Grupo São Bento depositou-se na zona de Sacramento, em bacia de fundo irregular, o que pode ser percebido na discrepância entre o valor de cotas de sua base.



Figura 19: Intercalações do basalto com Arenito Botucatu na cota de 960 m de altitude.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.

Ainda conforme Barbosa et al. (1970), “o Grupo São Bento está presente na margem esquerda do Rio Grande, na cota de 585 m de altitude, enquanto que próximo à estação de Sacramento, a base encontra-se entre 600 e 615 metros”. De Sacramento para leste, diminui a espessura deste Grupo e, intercalados com os derrames de basalto amigdaloidal, encontra-se o Arenito Botucatu de sedimentação mista, “*arqueopiroclástica*”.

- *Arenito Botucatu*

O Arenito Botucatu é um tipo de rocha sedimentar, que conforme as explicações de Barbosa et al. (1970), forma simples intercalações ao redor no máximo de uma dezena de metros do basalto trapiano. Ao sul da bacia, sua ocorrência se dá com maior expressão, como no caso da formação da Gruta dos Palhares (Cf. Figura 20).

Na zona urbana de Sacramento (porção central da bacia), existe um local denominado Parque da Areinha, onde há um extenso afloramento do Arenito Botucatu (Cf. Figura

21), sendo possível verificar o plano de estratificação da rocha (Cf. Figura 22). Neste local, houve a formação de uma “Duna Fóssil”, herança do antigo deserto presente na região. Em alguns trechos dessa duna, a rocha aparece recoberta por uma camada laterítica, proveniente da oxidação do Ferro encontrado no basalto, ocasionando uma “brecha sedimentar” (Cf. Figura 23).

Em diversos locais da bacia, o Arenito Botucatu aparece vitrificado, utilizado principalmente como calçamento de rua em Sacramento (Cf. Figura 24).



Figura 20: Afloramento do Arenito Botucatu na Gruta dos Palhares.
Fonte: Prefeitura Municipal de Sacramento, 2009.



Figura 21: Vista panorâmica do Parque da Areinha. Afloramento do Arenito Botucatu em área urbana.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.



Figura 22: Estratificação plano-paralela do Arenito Botucatu no Parque da Areinha.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.



Figura 23: Brecha sedimentar com oxidação do Ferro sobre o Arenito Botucatu.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.



Figura 24: Arenito Botucatu utilizado para calçamento de rua na área urbana de Sacramento.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.

- *Formação Marília*

Presente ao norte da bacia, ocupa 18% de sua área (Cf. Mapa 03 e Tabela 11), com maior representatividade na região conhecida localmente como “Tapera”. A Formação Marília aparece recobrando o Grupo Bauru, e é composta por rochas sedimentares do Período Terciário (Figura 25), que são evidenciadas em superfícies aplainadas e geralmente laterizadas, sendo que o laterito ferrífero ocorre sob a forma de amêndoas, ou popularmente conhecido no Brasil Central como “canga”.



Figura 25: Cascalheira de origem sedimentar que compõe o Grupo Bauru, na região da Tapera. Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.

Segundo King (1956), no Cretáceo inferior, em áreas restritas, os arenitos vermelhos de tipo continental receberam um capeamento de sedimentos marinhos e, no Cretáceo superior, esses arenitos e seixos das séries Bauru difundiram-se na composição da maior parte da paisagem brasileira.

- *Cobertura Detrito-Laterítica Ferruginosa*

Presente ao sul e sudeste da bacia, ocupa 18,6% de sua área (Cf. Mapa 03), e corresponde aos depósitos inconsolidados de cascalhos, areias e argilas e coberturas lateríticas de idade Cenozóica (BARBOSA et al., 1970). Essa cobertura origina-se dos basaltos da Formação Serra Geral, de rochas metamórficas Pré-cambrianas (Grupo

Canastra) e dos arenitos do Grupo Bauru. São arenosas ou areno-argilosas, com leitos de cascalheiras de canga limoníticas ou lateríticas. A fraca cimentação dos sedimentos Cenozóicos, somada ao desmatamento da vegetação natural que recobre essas áreas, tem ocasionado, nos solos, intensos processos erosivos (Cf. Figura 26).



Figura 26: Processo erosivo em área de Cobertura Detrito-Laterítica, a sudeste da bacia.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.

- *Formação Canastra*

Existe uma pequena faixa ao sul, ocupando 2,1% da bacia, constituída pela unidade litoestratigráfica “Grupo Canastra” (Cf. Figura 27), que é muito importante para contextualizar a paisagem e compreender as formas de uso e ocupação do local.

No Grupo Canastra, de acordo com Barbosa et al. (1970), encontram-se os metamorfitos (quartzitos e filitos), que são rochas do Período Pré-Cambriano, tratando-se especificamente dos quartzitos, filitos e filitos carbonosos, que são rochas de granulação fina, com proporções variadas de quartzo, mica branca e matéria carbonosa.

Encontram-se presentes, também, a granada-mica xistos e granada-grafita xistos, rochas de granulação média a grossa, compostas por quartzo, granada, mica branca, biotita, clorita, cloritóide e grafita, apresentando um brilho local e destacando-se os quartzitos vítreos, quartzitos micáceos, sericita-xistos e xistos verdes, sendo que os quartzitos são fortemente fraturados, conforme explicado por Barbosa et al. (1970).



Figura 27: Quartizito “Canastra”, rocha metamórfica do Grupo Canastra.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.

Os quartizitos variam de puros a micáceos, podendo conter até 30% de muscovita. Os calcários são finos, “grafitosos” e piritosos e, no geral, as rochas do Grupo Canastra são pouco metamórficas e enquadram-se na fácies Xisto Verde (BARBOSA et al., 1970).

- *Depósitos Aluvionares*

Os depósitos aluvionares concentram-se ao sul da bacia, ocupando apenas 1,2% de sua área (Cf. Mapa 03). Correspondem aos aluviões do Período Quaternário, da era Cenozóica, que surgem ao longo da drenagem e são oriundos do material que recobre as chapadas formando os sedimentos que entulham as calhas dos cursos d’água e se estendem para as áreas de várzeas.

Essas formações são recentes e recobrem os vales com material argilo-turfoso inconsolidado, conforme observado na Figura 28. Podem ser encontrados ao longo das áreas de acumulação inundáveis localizadas nos topos dos planaltos tabulares, onde são formadas as nascentes dos sistemas hidromórficos de encosta (PAISAGEM AMBIENTAL, 2003 apud SILVA, 2007) (Cf. Figura 29).



Figura 28: Material argiloso em área de várzea do Ribeirão Borá.
 Autor: FLORENCIO, B.A.B., 18/08/2009.



Figura 29: Nascente do Ribeirão Borá. Área de acumulação inundável em topo de chapada.
 Autor: FLORENCIO, B.A.B., 18/08/2009.

A composição geológica da bacia, constituída predominantemente por basaltos intercalados com o Arenito Botucatu, evidencia que o local é um importante sistema para recarga do lençol freático, o que possibilita ao Ribeirão Borá e seus afluentes uma perenização das vazões durante a estação seca. Além disso, a estrutura geológica da bacia origina solos com características físicas que facilitam o aproveitamento agrícola.

5.3 Classes Pedológicas

Ruellan (1988, p.69-70) argumenta que o solo é, na realidade, um dos fundamentos essenciais do desenvolvimento e desempenha principalmente quatro papéis indispensáveis para a humanidade: fonte de alimentos, fonte de materiais e energia, exerce grande influência sobre o comportamento das águas e funciona como suporte para as construções humanas.

A formação dos diferentes tipos de solos está intimamente ligada ao material de sua origem (geologia), que sofre a ação dos elementos do clima (precipitação, temperatura e ventos), do relevo (principalmente da declividade), da vegetação e da matéria orgânica. O seu estudo é de fundamental importância para o planejamento e manejo das atividades agrícolas ou de qualquer categoria de uso e ocupação do espaço.

As características dos solos relacionam-se diretamente com a diversidade de espécies vegetais que ocorrem em um determinado ambiente e, de acordo com Resende et al. (2002), *“as plantas diferem entre si quanto à capacidade de absorção de nutrientes; as gramíneas, por exemplo, apresentam maior poder de absorção de potássio do que as leguminosas”*.

Os solos são constituídos de parte orgânica e inorgânica. A parte orgânica refere-se à cobertura “viva” (animal e vegetal), a matéria orgânica que se encontra sobre os mesmos em diferentes níveis de decomposição.

A parte inorgânica é composta por partículas de diferentes tamanhos: argila, silte, areia, cascalhos, calhaus e matacões. Essas partículas correspondem à textura do solo, que se refere à proporção das frações de argila, silte e areia; e as frações maiores do que areia são referidas como pedregosidade.

A fração grosseira, silte e argila, concentram os principais minerais capazes de fornecer, após a intemperização, os nutrientes essenciais para as plantas. Entretanto, de acordo com Resende et al. (2002), nos solos tropicais, bastante intemperizados e situados em superfícies antigas e/ou estáveis na paisagem, já se perderam quase que completamente, os minerais primários facilmente intemperizáveis.

Assim, o que permanece no solo, são apenas os produtos finais, como argila e uma fração arenosa constituída de quartzo, concreções argilosas e ferruginosas, magnetita e outros componentes que fornecem muito pouco nutrientes para as plantas.

Os solos também podem ser diferenciados por sua cor e, no geral, pode-se afirmar que em condições comparáveis, os solos desenvolvidos de rochas máficas (rochas em geral escuras, ricas em Fe e em outros nutrientes) são mais vermelhos do que os originados de rochas pobres em Fe.

Condições bioclimáticas muito ativas, com elevada umidade durante longos períodos e grande atividade biológica, fazem com que o solo apresente uma tendência mais amarelada. Sobre isso, Resende et al. (2002) explicam que as áreas depressionais de pior drenagem, atualmente ou no passado, da mesma forma, tendem a produzir solos mais amarelados. Ressalta-se também que os Latossolos mais ricos em óxidos de Fe e de Al fixam bastante fósforo (P) e, quanto mais ricos em óxidos de Fe, eles tendem, quando bem drenados, a ter cores de tonalidade bastante avermelhadas.

Na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, observa-se que o Latossolo Vermelho férrico, ao longo dos rios principais, é distinguido de outros solos originários de materiais mais pobres, pela cor.

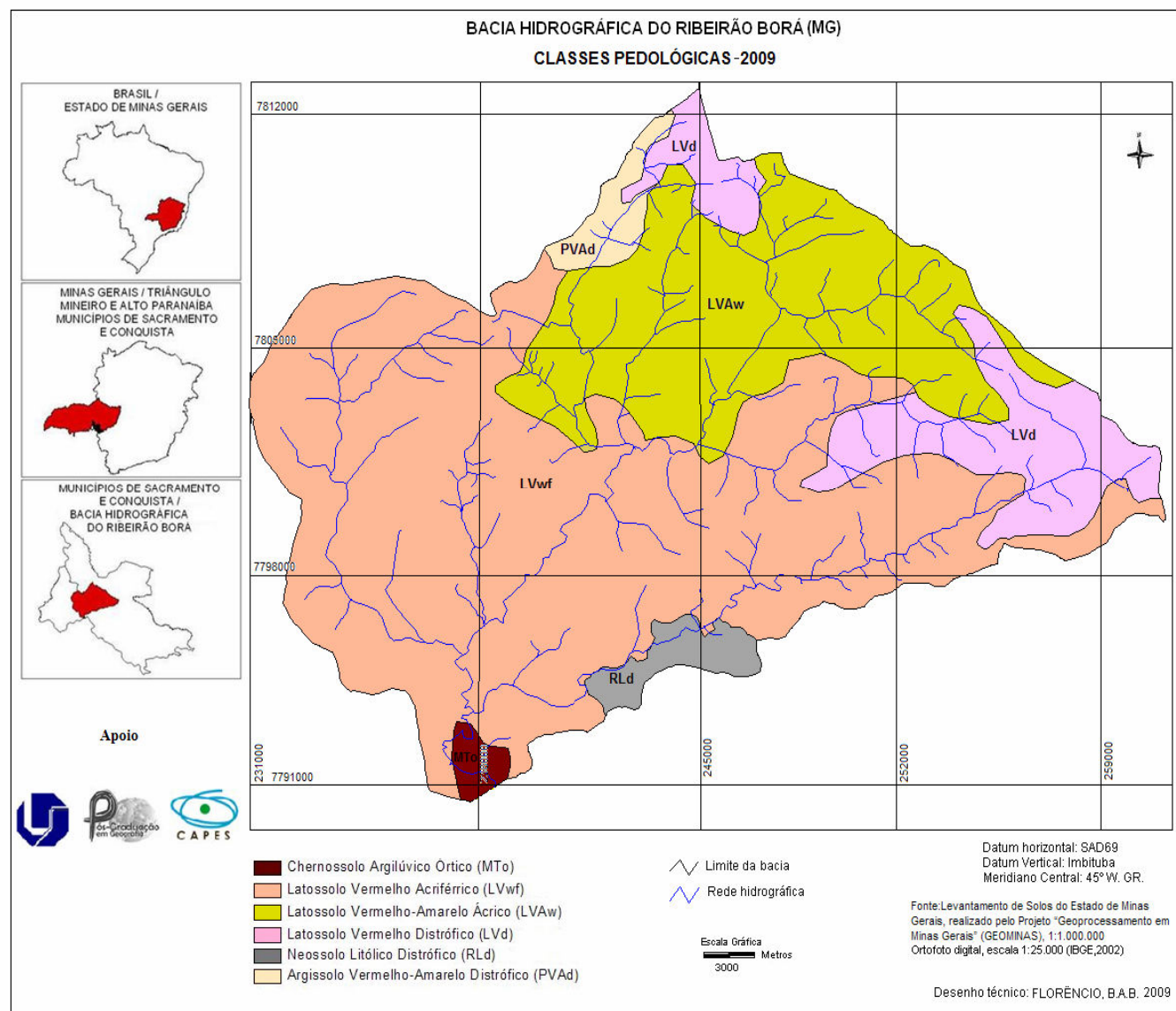
Na BHRB, os limites das classes pedológicas foram traçados, segundo os levantamentos de solos do Estado de Minas Gerais, realizados pelo GEOMINAS em escala de 1:1.000.000, e Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paranaíba (EMBRAPA, 2004) em escala de 1:250.000. Utilizou-se também, como auxílio, o ortomosaico do IBGE (2002) em escala de 1:25.000.

Deste modo, foi possível diagnosticar a ocorrência de seis tipos principais de solos: *Latossolo Vermelho Acriférrio* (LVwf), *Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico* (LVAw), *Latossolo Vermelho Distrófico* (LVd), *Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico* (PVAd), *Chernossolo Argilúvico Órtico* (MTo) e *Neossolo Litólico Distrófico* (RLd), (SiBCS, 1999) (Cf. Tabela 13 e Mapa 04).

Tabela 12 – Classes Pedológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

Classes Pedológicas (Classificação do SiBCS, 1999)	Área Total	
	ha	%
Latossolo Vermelho Acriférrio (LVwf)	21.508,27	60,1
Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico (LVAw)	8.100	22,6
Latossolo Vermelho Distrófico (LVd)	4.252	11,8
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd)	936,31	2,6
Neossolo Litólico Distrófico (RLd)	662,76	1,8
Chernossolo Argilúvico Órtico (MTo)	321,66	0,9
TOTAL	35.781	100,00

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.



Mapa 04: Classes Pedológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

Predominam na bacia, a classe dos latossolos (Cf. Mapa 04) e o *Latossolo Vermelho Acriférico* (LVwf) é o de maior representatividade, ocupando o equivalente a 60,1% da área, seguido pelo *Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico* (LVAw), com 22,6%, e *Latossolo Vermelho Distrófico* (LVd), com 11,8%. As variações de eutrófico a álico nos latossolos, são resultantes de um intenso processo de lixiviação e laterização.

Para melhor compreender a história de evolução dos solos, sob diferentes condições ambientais e relacioná-los com as principais vantagens e limitações para o desenvolvimento econômico, ressaltam-se as principais características das classes pedológicas presentes na área de estudo.

- *Latossolos* (LVwf, LVAw e LVd)

Esses solos apresentam horizonte “B” latossólico, variando entre os tons de vermelho a amarelo. Para Adámoli et al. (1985, p. 41);

...os latossolos são solos fortemente a moderadamente drenados, muito profundos (normalmente superior a 2 m), com seqüência de horizontes A, B e C pouco diferenciados. No Horizonte B latossólico, os teores de argila permanecem constantes ao longo do perfil, ou aumentam levemente sem, contudo, chegar a configurar um B textural. [...] As cores variam de vermelhas muito escuras às amareladas; geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C. São solos minerais não hidromórficos, em avançado estágio de intemperização, virtualmente destituídos de minerais primários (facilmente intemperizáveis), formados por uma mistura, em que predominam óxidos hidratados de ferro e/ou alumínio, ou argilo-minerais, de capacidade de troca de cátions (CTC) muito baixa.

Os latossolos são amplamente utilizados para as práticas agrícolas em toda a região do cerrado brasileiro. Na BHRB, isso também se confirma e, por esse motivo, cabe destacar suas principais características químicas e mineralógicas.

Essa classe pedológica encontra-se em avançado estágio de intemperização; são compostos de minerais primários e secundários, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material originário. Apresenta horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura (SANTOS, et al., 2006).

Nesta classe, estão incluídos todos os antigos Latossolos, excetuadas algumas modalidades anteriores identificadas como Latossolos plínticos (SANTOS, et al., 2006, p.83).

Segundo Mota et al. (2004), os *Latossolos Vermelho Acriférico* (LVwf – 60,1% da área) desenvolvem-se a partir de material retrabalhado oriundo do intemperismo de rochas da formação Serra Geral, principalmente, o basalto. Corresponde, em parte, ao antigo Latossolo Roxo Distrófico e apresenta textura muito argilosa, incidindo sobre um relevo que varia de plano a suave ondulado.

Especificamente no oeste da bacia, essa classe de solo é considerada como uma das mais satisfatórias quanto à sua composição mineralógica e nutricional e, por esse motivo, é amplamente utilizado na agricultura (Cf. Figura 30).



Figura 30: Lavoura de cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho Acriférico a oeste da bacia.
Autor: FLORENCIO, B.A.B., 18/08/2009.

Os *Latossolos Vermelho-Amarelo Ácrico* (LVAw – 22,6% da área), ocorrem sobre um relevo plano e, na área em estudo, também apresentam-se muito argilosos, desenvolvendo-se a partir de sedimentos originados da decomposição de rochas da Formação Bauru.

Sua principal limitação ao uso agrícola é a baixa fertilidade natural devido à pobreza em nutrientes e, à elevada saturação por alumínio no complexo de troca, muito freqüente no horizonte A, que exigem correções e adubações para atingirem uma produtividade satisfatória (MOTA et al., 2004).

Por último, têm-se os *Latossolos Vermelho Distrófico* (LVd – 11,8% da área), que são solos profundos, bastante porosos, bem drenados e com textura argilosa (EMBRAPA, 1999). Encontram-se bem distribuídos na bacia e ocupam superfícies planas e suavemente onduladas, desenvolvendo-se sobre as coberturas detríticas, produto do

intemperismo de rochas de praticamente todas as formações geológicas ocorrentes na bacia e são caracterizados principalmente pela presença de cerrado.

De acordo com Mota et al. (2004), há nestes solos uma tendência geral de saturação por alumínio, o que o reduz em profundidade, anulando-se normalmente em algum ponto do horizonte B. Nesta classe pedológica, são trabalhadas lavouras de arroz, café, cana-de-açúcar, milho e soja, pastagem natural e/ou cultivada com capim braquiária e capim colômbio e, ainda, reflorestamento com eucalipto.

As principais limitações deste tipo de solo dizem respeito à baixa fertilidade natural decorrente de sua pobreza em nutrientes e aos elevados teores de alumínio trocável na zona onde se fixam as raízes. Nas áreas com maior declive, há também limitações por susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Correspondem, em parte, aos antigos Latossolos Vermelho-Escuros distróficos e álicos.

À medida que se desloca para o leste e nordeste da bacia, observa-se uma transição marcante entre a paisagem presente ao longo dos rios principais, sustentada pelo Latossolo Vermelho Acriférico (LVwf), de coloração bastante escura (presença de florestas) e as áreas circundantes, sustentadas pelo Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) (com teor de Fe_2O_3 menor que 18%) e pelo Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico (LVAw); ambos com coloração mais clara que o Latossolo Vermelho Acriférico e caracterizados principalmente pela presença do cerrado (Cf. Figura 31).



Figura 31: Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) sob cerrado a leste da bacia.
Autor: FLORENCIO, B.A.B., 18/08/2009.

De modo geral, pode-se afirmar que os Latossolos Vermelhos de diferentes composições mineralógicas são muito indicados para as práticas agrícolas e, de fato, na área em estudo, os mesmos são amplamente utilizados com esta finalidade. De acordo com Resende et al. (2002), as características referentes à cor e à concentração de Fe_2O_3 desses solos são basicamente as mesmas do Latossolo Vermelho-Amarelo, e no caso da utilização das terras para agricultura, o que os diferencia é a sua disposição no relevo e a presença das concreções lateríticas (cascalheiras) como fatores limitantes para este tipo de atividade (Cf. Figuras 32 e 33).



Figura 32: Lavoura de café em área de ocorrência do Latossolo Vermelho Distrófico.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.



Figura 33: Cascalheira sobre a ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/08/2009.

- *Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd)*

Ao norte da bacia (Cf. Mapa 04), foi detectada a ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd), ocupando uma área equivalente a 2,61% do seu total. Esse tipo de solo corresponde à classe anteriormente designada como Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico ou Álico.

Segundo Adámoli et al. (1985), esta classe pedológica é caracterizada por apresentar um perfil com horizonte B textural, e a seqüência dos horizontes é marcada por uma acentuada diferenciação de textura, cor e estrutura. Variam entre profundos a moderadamente profundos, com cores vermelhas até amarelas no horizonte B textural (Bt), e a estrutura pode oscilar entre fraca e moderada, com disponibilidade de nutrientes relacionada à natureza do material de sua origem.

Na bacia, este tipo de solo ocorre sobre um relevo suavemente ondulado, apresentando uma textura média cascalhenta e média argilosa e foram desenvolvidos principalmente sobre rochas básicas. Por esse motivo, são muito empregados na agricultura. De acordo com as observações feitas em campo, constatou-se a presença de lavouras de café e de milho nos locais de sua ocorrência (Cf. Figura 34).



Figura 34: Lavoura de milho em área de ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/11/2009.

Suas maiores limitações devem-se principalmente à susceptibilidade, à erosão, aos baixos teores de fósforo e à falta d'água, pois ocorrem predominantemente nas áreas mais secas. Por isso, necessitam de correção para fósforo, práticas intensivas de conservação (terraceamento) e são indicados para culturas de ciclo curto, que são plantadas na época das chuvas, como o milho; e/ou culturas de ciclo longo, como cana-de-açúcar, e pastagens resistentes à seca (CETEC, 1983).

- *Neossolo Litólico (RLd)*

Foi diagnosticado que 1,85% da área total da bacia encontra-se ocupada por Neossolo Litólico (RLd), com ocorrência concentrada na região sustentada pelo Planalto da Canastra (Cf. Mapa 04). É um solo raso, condicionado pela topografia acidentada, em áreas de relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso. A cobertura vegetal primária é representada por campo rupestre, seguida por cerrados e cerradões (Cf. Figura 35).



Figura 35: Área de ocorrência de Neossolo Litólico no contexto com a paisagem de sua origem.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/11/2009.

De acordo com Resende et al. (2002), os neossolos litólicos apresentam um perfil tipo A-R, onde o horizonte A ocorre diretamente sobre a rocha, ou tipo A-C-R, sendo o horizonte C pouco espesso. Em locais onde há extensos afloramentos de rocha, muitas vezes, esses solos estão presentes e ocupam áreas de intenso rejuvenescimento.

Na bacia, esta classe abrange solos de textura predominantemente média ou argilosa, ocorrendo também, em menor proporção, solos de textura arenosa, podendo ainda apresentar cascalhos e pedras ao longo do perfil, com baixa atividade das argilas, na maioria dos casos (MOTA et al., 2004).

Nas observações de campo, identificou-se que esses solos apresentam uma espessura menor que 50 cm, com textura variável e predominando no horizonte A, a fração areia. Os perfis são rasos, pedregosos e permeáveis, são solos distróficos, ácidos e apresentam carência de nutrientes, o que os torna praticamente inutilizáveis para as práticas agrícolas (Cf. Figura 36).



Figura 36: Perfil do Litossolo presente no Planalto da Canastra.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/11/2009.

As limitações ao uso agrícola dos Neossolos Litólicos dizem respeito à susceptibilidade a erosão e aos impedimentos à mecanização, considerando que são pouco desenvolvidos e se encontram em superfícies geomórficas recentes, onde a erosão é muita ativa.

Conforme explica Mota et al. (2004), os Neossolos Litólicos ocorrem normalmente nos divisores de águas de bacias hidrográficas desenvolvendo-se, em sua maior parte, sobre rochas do pré-cambriano, tais como: xistos, quartzitos, filitos, ardósias e argilitos.

Na área em estudo, sua concentração encontra-se no limite entre as bacias do Ribeirão Borá e do Rio Araguari. Sua principal utilização é para pastoreio extensivo em meio à vegetação natural, devido às limitações impostas pelo relevo forte ondulado.

- *Chernossolo Argilúvico Órtico* (MTo)

Essa classe foi a de menor incidência na bacia, ocupando apenas 0,92% de sua área. Ocorrem no extremo sul, na divisa dos municípios de Sacramento e Conquista/MG. De acordo com Mota et al. (2004), eles compreendem solos minerais com alta saturação por bases, argila de atividade alta e horizonte A chernozêmico sobrejacente a um horizonte B textural ou nítico. Correspondem à parte dos solos classificados anteriormente como Brunizem Avermelhado e Brunizem Hidromórfico.

Apresentam textura argilosa cascalhenta e ocorrem sob vegetação original de floresta tropical subcaducifólia em áreas de relevo ondulado, sendo caracterizados principalmente pela quantidade de nutrientes e pela fertilidade natural. Por esse motivo, são indicados para atividades agrícolas, especialmente milho e soja.

Segundo Resende et al. (2002), os Chernossolos Argilúvico Órtico representam um dos solos mais ricos que existem no Brasil. São eutróficos e ocorrem principalmente associados à presença de rochas máficas.

Na bacia, esse tipo de solo é sustentado pelos derrames magmáticos (basalto) ocorridos nas proximidades do Rio Grande. A paisagem sustentada por esses solos é marcada por extensos planaltos rebaixados a uma altitude próxima dos 500 metros (Cf. Figura 37), intercalados com as áreas destinadas à agricultura.

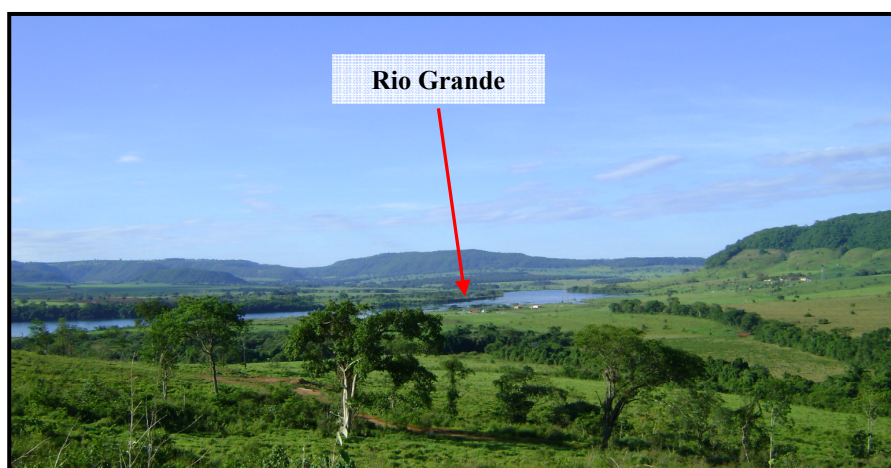


Figura 37: Relevo sustentado por Chernossolo Argilúvico Órtico.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 18/11/2009.

5.4 Hipsometria

A hipsometria ou altitude da bacia analisa as inter-relações existentes entre a distribuição de uma determinada unidade horizontal do espaço, em relação às suas cotas altitudinais (ROSA; BRITO, 2003).

Sua análise possibilita conhecer a dinâmica do relevo e, também, é utilizada para detectar o índice de dissecação do relevo, pois se relaciona com os fenômenos de erosão que se processam na superfície terrestre.

As classes hipsométricas verificadas na BHRB podem ser conferidas, conforme a Tabela 13 e Mapa 05.

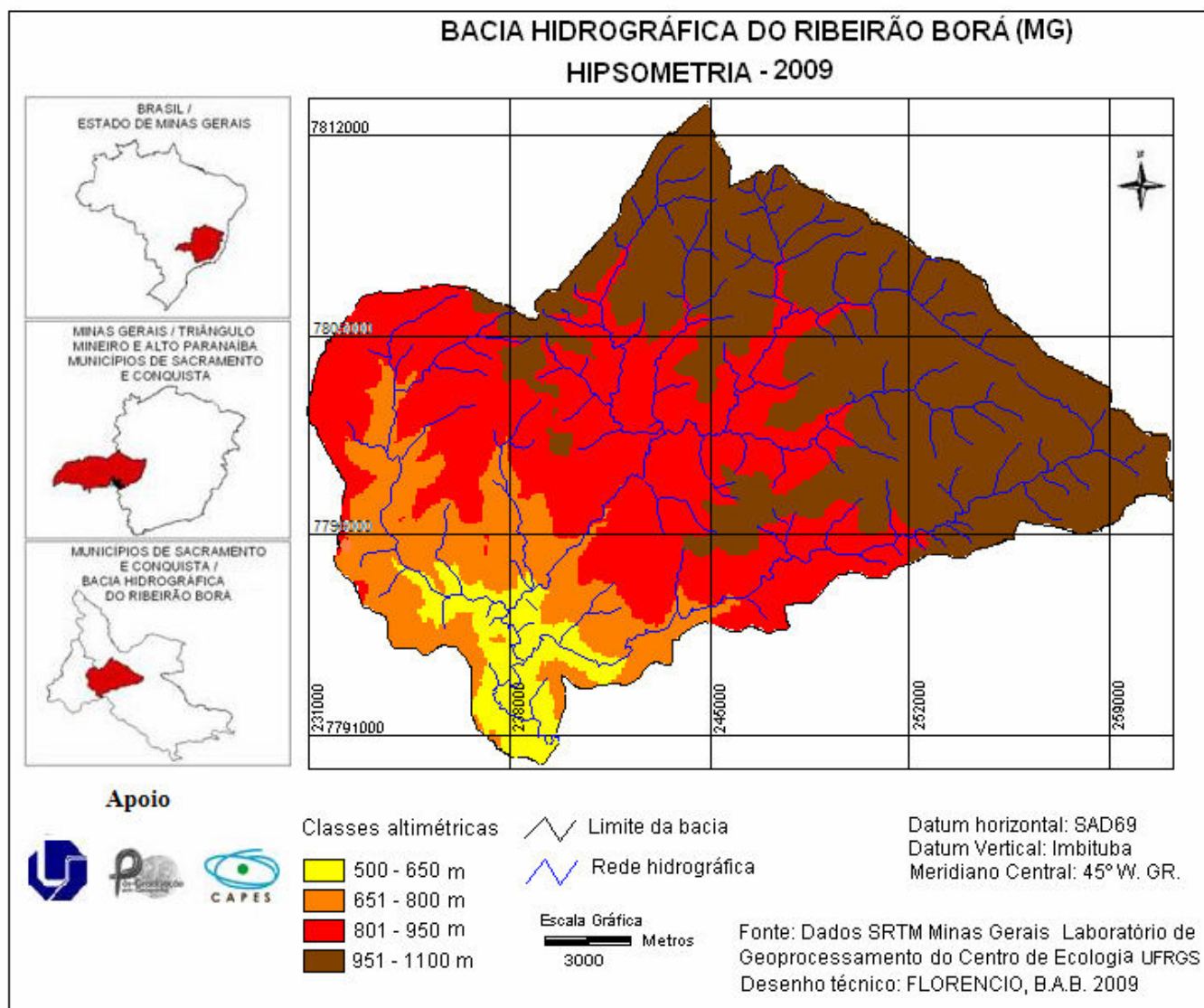
Tabela 13 – Classes altimétricas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

Classes altimétricas (m)	Área Total	
	ha	%
550 - 650	1.964,10	5,5
651 - 800	5.082,83	14,2
801 - 950	13.021,38	36,3
951 – 1100	15.713,29	44
Total	35.781	100,00

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

Analisando a Tabela 13 e o Mapa 05, pode-se verificar que a maior parte da bacia encontra-se entre 800 e 1.100 metros de altitude, ou seja, uma média de 80,3% localiza-se nas unidades de relevo dissecado e com topo plano.

As áreas situadas entre 650 e 800 metros de altitude estão representadas por relevo que varia entre uma topografia dissecada e intensamente dissecada, com 14,2%, enquanto que as áreas situadas abaixo de 650 metros constituem os terrenos recobertos pela Cobertura detrito-laterítica ferruginosa, intercalada com rochas do pré-cambriano, do tipo quartizitos que, na área de estudo, corresponde, em sua maioria, aos terrenos mais baixos, com vales encaixados compreendendo 5,5% da área da bacia.



Mapa 05: Classes Hipsométricas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

5.5 Declividade

Em estudos ambientais, especificamente, os que analisam as condições pedológicas do local, assim como os que apoiam a verificação das potencialidades de uso agrícola de uma determinada área, o mapeamento da declividade merece atenção especial.

A declividade do terreno refere-se à inclinação da superfície do solo com relação ao plano horizontal e tem a sua determinação em metros para cada 100m deste plano. A declividade também pode ser expressa como a representação do gradiente das encostas expresso em graus ou porcentagem (GUERRA et al., 2003).

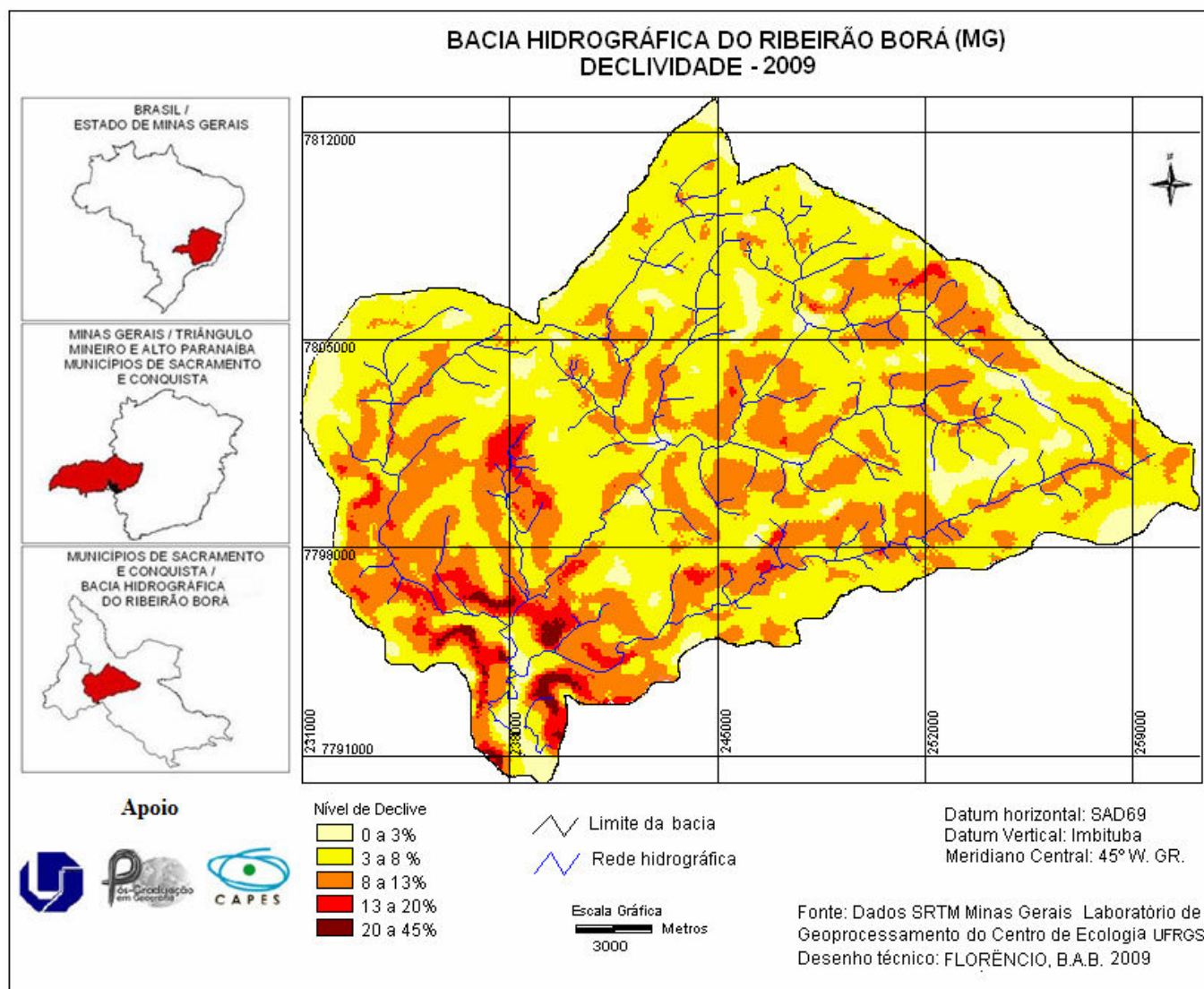
A declividade do terreno é um fator relevante para a avaliação dos impactos ambientais em uma bacia, pois quanto maior o declive, maior será o escoamento superficial das águas em sua superfície tornando a região instável e aumentando seu grau de fragilidade.

Analisando o mapa de declividade da BHRB (Cf. Mapa 06), observa-se que a maior parte da área encontra-se em terrenos com declive variando entre 3 e 8% (Cf. Tabela 14), o que compreende 59,8% da área de estudo, ou seja, a maior parte da bacia possui áreas de relevo suave ondulado. Para tanto, o manuseio do solo exige uma moderada tecnologia de implementos e técnicas agrícolas, como a implantação de terraços para a contenção de água pluvial.

Tabela 14 - Classes de declive da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

Nível de Declive	Caracterização do relevo	Área Total	
		ha	%
Menor 3%	Plano/praticamente plano	2.820	7,8
3 a 8%	Suave ondulado	21.142	59,8
8 a 13%	Moderadamente ondulado	10.246	28,6
13 a 20%	Ondulado	1.297	3,6
Maior 20%	Forte ondulado	276	0,8
Total		35.781	100,00

Fonte: Adaptado de RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J., 1994.
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.



Mapa 06: Declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)

Os locais que apresentam entre 8 e 13% de declividade (28,6% da bacia) proporcionam a formação de um relevo moderadamente ondulado, com interflúvios intensos e aplainados; exigindo práticas agrícolas um pouco mais complexas, com maior utilização de recursos tecnológicos.

As áreas com declividade inferior a 3% ocupam 7,8% da bacia e apresentam relevo plano que propicia o uso intensivo do solo, sendo um local que não necessita de utilização de tecnologias avançadas de manejo, pois o escoamento superficial é lento ou muito lento.

Os locais situados em intervalos superiores a 13% de declividade possuem relevo ondulado a forte ondulado, muito suscetíveis à erosão, portanto, não são recomendadas para o uso agrícola; devendo ser utilizados, como áreas de Reserva Legal e Proteção Permanente, devido principalmente à baixa resistência do solo; conforme exigências do Código Florestal Brasileiro (Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965) e da Lei nº. 13.047, de 17 de dezembro de 1998, que dispõe sobre o uso racional do cerrado em Minas Gerais.

5.6 *Clima*

- *Clima Regional*

Para Ayoade (2001), o estudo do tempo e clima ocupa uma posição central e importante no campo da ciência ambiental. Os processos atmosféricos influenciam os processos nas outras partes do ambiente, principalmente, na biosfera, hidrosfera e litosfera.

O mesmo autor, na página 1 de sua obra, explica que:

... o clima influencia diretamente as plantas, os animais (incluindo o homem), e o solo. Ele influencia as rochas através do intemperismo, enquanto as forças externas que modelam a superfície da Terra são basicamente controladas pelas condições climáticas. Por outro lado, o clima, particularmente perto da superfície, é influenciado pelos elementos da paisagem, da vegetação e do homem, por meio de suas várias atividades (AYOADE, 2001, p.1).

Beltrame (1994) expõe que o clima, pelas variáveis temperatura, precipitação e umidade, interfere na desagregação do solo, ocasionando o processo de salpicamento e

de escoamento superficial de suas partículas que, conseqüentemente, pode caracterizar uma erosão.

No que se refere ao clima da mesorregião do Alto Paranaíba (MG), Mota et al. (2004), informam que o mecanismo da circulação das massas de ar do continente americano provoca, no estado de Minas Gerais, a distinção de dois grandes regimes climáticos: o de inverno, que pode ser considerado como frio e seco e o de verão, quente e chuvoso.

Assim, de acordo com a classificação climática proposta por Köppen, o clima regional pode ser definido como do tipo Aw (Clima tropical), com duas estações bem definidas: período chuvoso, de outubro a abril e o período seco, de maio a setembro.

Durante o inverno, as características climáticas são influenciadas pelo avanço da zona anticlinal no interior do continente, provocando o domínio da Massa Equatorial Atlântica (mEa) e da Massa Tropical Atlântica (mTa), com características de estabilidade e que mantém a Frente Intertropical (FIT) ao norte do Equador, ocasionando ausência de precipitações na região em estudo.

Por outro lado, Mota et al. (2004) afirmam que o regime térmico, caracterizado por baixas temperaturas resultantes da menor inclinação dos raios solares, é também influenciado pela progressão da Massa Polar Atlântica (mPa), que provoca abaixamentos bruscos de temperatura em toda a região do Alto Paranaíba.

Já no verão, predomina a ação da Massa Equatorial Continental (mEc) quente e úmida, de grande instabilidade convectiva, que se desloca para a zona de baixas pressões resultantes do aquecimento das regiões central e centro oeste do planalto brasileiro.

Conjugado com este evento, Mota et al. (2004) explicam que os alísios de nordeste e de sudeste, carregados de umidade, formam a Frente Intertropical (FIT) que, em interação com os recuos e avanços de Frentes Polares (FP), vão influenciar o clima da região, provocando precipitações, por vezes, de grande intensidade.

Mota et al. (2004, p. 12) também ressaltam que devido à região ser bastante acidentada, com altitudes que variam entre 500 e 1.200 m, o fator topografia, em consequência do aumento da turbulência do ar, através da ascendência orográfica, é um grande influenciador na ocorrência de precipitações.

- *Clima Local*

Para caracterizar o clima local da BHRB, foram registradas as precipitações médias mensais e anuais e a variação da temperatura média mensal estimada para o município de Sacramento, conforme a equação de regressão construída.

Analisaram-se dados num período de 34 anos (1975-2008) sendo que, de acordo com a OMM, 1950 apud Ayoade, 2001, o clima corresponde “à síntese do comportamento do tempo num determinado lugar durante um período de 30-35 anos”. Isto é, o clima representa o conjunto de estudos e observações habituais sobre o comportamento dos fenômenos atmosféricos, no referido período e num verificado local. Daí a importância em analisar dados climáticos de 30 anos ou mais para diagnosticar com precisão o “clima” de uma determinada região.

Quanto ao regime pluviométrico da bacia, as informações sobre as alturas pluviométricas mensais e anuais do período analisado foram obtidas pela Agência Nacional de Águas (ANA), na Estação de nº. 1947008, Latitude 19° 52' 43" S, e Longitude 47° 27' 11" O, instalada no município de Sacramento/MG.

Na área de estudo existem duas estações bem definidas ao longo do ano: verão chuvoso, abrangendo o período de outubro até o mês de março e uma estação seca que vai de maio a setembro. O mês de abril pode ser considerado como transição, pois, em alguns anos, a estação seca inicia-se neste mês ou, então, observa-se um prolongamento da estação chuvosa até abril.

Conforme apresentado em estudos anteriores sobre o clima de Sacramento, Ferreira; Assunção (2004) demonstram que os meses de junho, julho e agosto apresentam baixo índice pluviométrico, representando o trimestre mais seco do ano, quando as chuvas, em média, equivalem a um total anual aproximado de 3%. Em contrapartida, o trimestre mais úmido (dezembro, janeiro e fevereiro), contribui, em média, com 840 mm, aproximadamente 52% do total anual das precipitações. A média da altura pluviométrica anual é de 1.626 mm, com maior concentração no período de seis meses (outubro a março), correspondendo a 84% da ocorrência de precipitações.

Com base na Tabela 15, verifica-se que 1990 foi o ano que registrou o menor índice pluviométrico, com apenas 981 mm, enquanto que, nos outros anos, a média observada

esteve acima de 1.100 mm. Destaca-se que, nos meses de janeiro e novembro de 1990, a precipitação foi muito reduzida, registrando respectivamente, 56 e 87 mm.

Ao contrário, no ano de 1983, percebe-se um elevado nível anual da precipitação acumulada, com um total de 2.629 mm e maiores valores pluviométricos registrados para os meses de abril, maio e setembro.

Sobre essa situação anômala, Minuzzi et al. (2005) afirmam que em 1983, na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, foi observada a ação do fenômeno “el niño” com forte intensidade, resultando em precipitações pluviais acima da média.

Ainda sobre o regime pluviométrico da bacia, é importante destacar o registro de elevados volumes mensais, especialmente durante o mês de janeiro, que apresentou a maior média anual (316 mm), sendo que, em muitos anos, para este mês, os valores superaram 400 mm.

A Tabela 16 contém a síntese com as médias dos dados climáticos analisados nos 34 anos (1975 a 2008) e para calcular as médias térmicas mensais da bacia, construiu-se a equação de regressão, em função da ausência de dados de temperatura disponíveis para essa localidade.

Observa-se que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentam os maiores volumes pluviométricos. Foram registradas uma média diária de 10 mm para o mês de dezembro, 12 mm para o mês de janeiro, e 8 mm para o mês de fevereiro, com respectivamente 16, 14 e 12 dias de ocorrência com chuva.

De acordo com os dados estimados de temperatura, as médias mensais não ultrapassam 23°C, com mínima em torno de 17°C. Pela análise da Tabela 16, nota-se que a temperatura mantém-se estável nos três primeiros meses do ano e, logo em seguida, sofre uma queda gradativa até junho, caracterizando este mês, como o mais frio do ano (17.2°C). A partir desse mês, a temperatura se eleva gradativamente, tendo o período crítico, em outubro, pois apresenta umas das maiores médias do ano. Essa situação pode ser agravada com o atraso do período chuvoso, apresentando um quadro de desconforto térmico, conforme descrito por Silva (2003) como a Síndrome do mês de outubro.

Desta forma, aliando dados de precipitação e temperatura (Cf. Gráficos 01 e 02) pode-se confirmar a classificação climática proposta por Köppen segundo a qual o clima da área de estudo é marcado pela ocorrência de um verão quente e chuvoso e um inverno seco, com temperaturas amenas.

Tabela 15 – Alturas Pluviométricas Médias Mensais em Sacramento (MG) 1975-2008

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1975	207	339	121	72	20	7	7	0	0	130	384	234	1.521
1976	141	272	204	63	81	1	38	45	152	144	328	430	1.900
1977	470	29	195	114	15	76	0	15	65	204	446	247	1.877
1978	339	159	120	31	148	31	69	0	37	303	404	334	1.974
1979	507	234	127	167	145	0	38	10	108	98	262	291	1.988
1980	377	321	57	195	59	68	0	9	73	76	173	384	1.792
1981	273	66	188	73	34	55	0	9	20	284	249	363	1.614
1982	466	130	442	71	42	14	3	31	35	145	176	361	1.915
1983	495	380	242	187	110	37	72	8	198	291	230	379	2.629
1984	174	89	104	88	39	2	0	51	88	49	235	535	1.455
1985	450	324	272	59	6	0	0	5	16	70	294	169	1.666
1986	311	365	283	88	73	10	71	95	59	85	130	370	1.939
1987	319	185	170	104	24	22	3	15	71	51	198	188	1.349
1988	192	340	125	67	84	10	0	0	15	88	72	200	1.193
1989	117	212	126	26	45	0	42	22	0	92	271	366	1.320
1990	56	256	225	15	25	0	11	47	64	63	87	134	981
1991	332	212	313	138	26	18	0	37	0	22	94	267	1.458
1992	377	200	193	152	97	0	5	44	152	249	157	193	1.818
1993	207	281	175	182	0	72	0	9	132	116	115	258	1.546
1994	386	147	146	84	88	0	7	0	0	108	150	261	1.375
1995	265	399	138	74	123	9	3	0	53	97	188	343	1.691
1996	196	173	240	68	43	0	9	40	97	80	194	343	1.482
1997	469	114	180	40	53	66	0	0	50	143	265	306	1.685
1998	325	225	114	113	45	0	0	69	8	177	173	294	1.544
1999	337	166	280	3	11	13	0	0	85	76	113	246	1.331
2000	582	259	145	58	3	0	9	2	176	47	209	338	1.829
2001	239	89	189	98	23	3	5	16	43	42	214	313	1.273
2002	189	381	106	0	32	0	18	0	62	98	217	302	1.405
2003	384	177	161	75	42	6	0	0	100	87	252	292	1.578
2004	285	298	172	123	18	0	40	0	0	252	133	405	1.726
2005	209	140	224	88	142	13	0	0	59	136	359	289	1.659
2006	236	155	280	67	15	25	0	0	21	417	152	518	1.886
2007	715	356	95	63	40	0	22	0	0	24	312	108	1.733
2008	104	138	145	172	24	3	0	0	25	16	136	398	1.161
MÉDIA	316	224	185	89	52	17	14	17	61	128	217	308	1.626

Fonte: Agência Nacional de Águas – Estação 1947008 – Sacramento/MG (Lagoa)

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

Tabela 16 – Dados climáticos da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (1975-2008)

MESES	TEMPERATURA DO AR (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	
	Média Mensal	Total mensal	Nº. de dias com chuva
Janeiro	23.4	315,6	14
Fevereiro	23.4	223,8	12
Março	23.1	185,1	10
Abril	21.8	88,7	6
Maio	19.8	52,1	3
Junho	17.2	16,5	2
Julho	18.7	13,9	1
Agosto	20.2	17,1	2
Setembro	22.2	60,7	4
Outubro	23.2	128,2	7
Novembro	23.1	216,8	12
Dezembro	23.0	307,6	16
MÉDIA	22.2	1.626,1	90

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

O período chuvoso, outubro – março, apresenta as maiores médias de temperaturas associadas com elevado índice pluviométrico, portanto com ocorrência de um maior número de dias com chuva; enquanto que a estação seca apresenta as menores temperaturas e os menores índices pluviométricos; este fator reflete claramente as características do cerrado brasileiro.

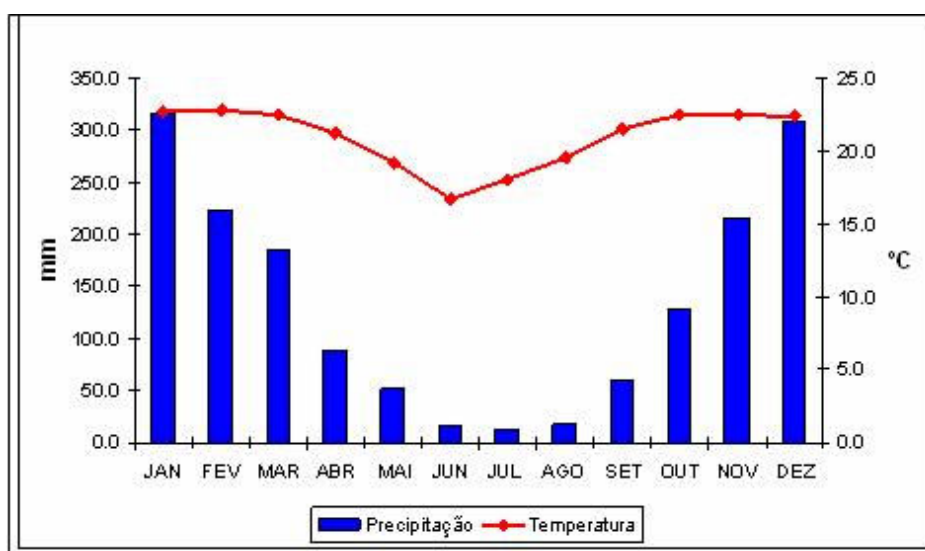


Gráfico 01: Climograma da BHRB (1975-2008)

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

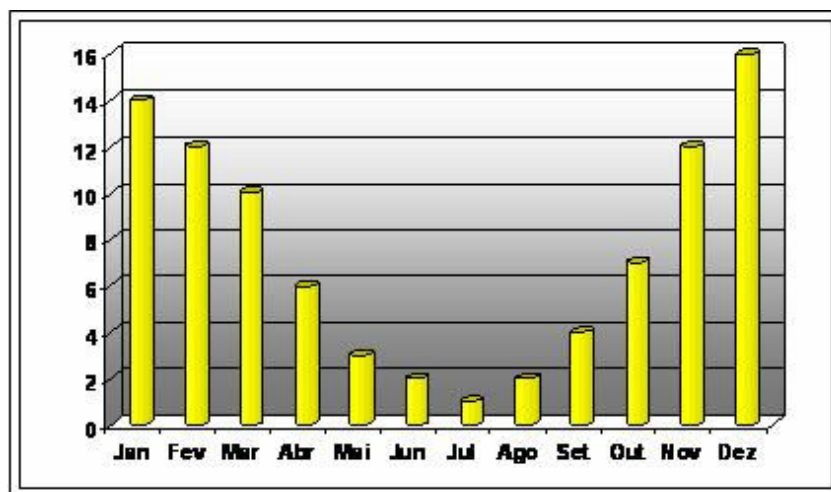


Gráfico 02: Média de ocorrência de dias com chuva na BHRB (1975-2008)
Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

Para diagnosticar com maior detalhamento o clima da bacia, foram realizados cálculos de balanço hídrico (Cf. Anexo 1), que são um instrumento usual em estudos climatológicos, permitindo identificar com maior clareza a distinção dos períodos e/ou dos meses secos e úmidos de uma determinada localidade; bem como quantificar a disponibilidade de água no solo. Este tipo de cálculo é utilizado para orientar os produtores rurais quanto à escolha dos cultivos e, no caso da irrigação, é necessário para determinar a dotação e turno de rega das culturas.

Nas Tabelas 17 e 18, estão apresentados os valores dos excedentes e das deficiências hídricas observados no período de 1975 a 2008, calculados a partir do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), com utilização do CAD 100 mm.

Conforme a Tabela 17, observa-se a existência, em média, de um excedente hídrico anual, igual a 734 mm. Os meses que mais contribuem para esse elevado índice anual são dezembro, janeiro e fevereiro, cujo trimestre representa aproximadamente 71% dos excedentes. Durante o período analisado, o mês de outubro, que normalmente é o período de reposição de água no solo, apresenta apenas oito anos com ocorrência de excedentes. Verificou-se que nesse mês, o ciclo com período sem excedentes aumentou.

O ano de 1983 registrou o maior valor de excedente hídrico (1.611 mm), com destaque para os meses de abril, setembro e outubro que ficaram muito acima da média, o que pode ser justificado pela forte atuação do fenômeno “el nino” na região (Minuzzi et al., 2005). Em contrapartida, o ano de 1990 foi o que apresentou menor excedente (193 mm), podendo-se constatar, que somente os meses de fevereiro e março contribuíram com os valores de excedentes hídricos.

Tabela 17 - Distribuição dos Excedentes Hídricos (mm) na bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (1975-2008) - (CAD: 100 mm)

Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1975	93	238	17	0	0	0	0	0	0	0	212	125	685
1976	27	171	100	0	0	0	0	0	11	41	225	321	895
1977	355	0	40	31	0	0	0	0	0	27	342	138	934
1978	225	58	16	0	43	0	4	0	0	131	300	225	1.002
1979	393	133	23	84	80	0	0	0	0	0	109	182	1.004
1980	263	220	0	74	0	20	0	0	0	0	0	266	844
1981	159	0	55	0	0	0	0	0	0	94	145	254	707
1982	352	29	338	0	0	0	0	0	0	0	27	252	998
1983	381	279	138	104	45	0	12	0	68	188	126	270	1.611
1984	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	426	533
1985	336	223	168	0	0	0	0	0	0	0	94	60	881
1986	197	264	179	5	8	0	0	17	0	0	0	251	921
1987	205	85	66	21	0	0	0	0	0	0	4	79	459
1988	76	239	21	0	4	0	0	0	0	0	0	0	340
1989	3	112	22	0	0	0	0	0	0	0	74	257	467
1990	0	72	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193
1991	218	111	209	55	0	0	0	0	0	0	0	62	655
1992	263	99	89	69	32	0	0	0	0	144	53	84	833
1993	93	180	71	99	0	0	0	0	0	0	0	146	589
1994	272	46	42	1	23	0	0	0	0	0	0	112	496
1995	151	298	34	0	49	0	0	0	0	0	0	233	766
1996	82	72	136	0	0	0	0	0	0	0	17	234	540
1997	354	13	76	0	0	0	0	0	0	0	117	197	758
1998	354	13	76	0	0	0	0	0	0	0	117	197	758
1999	223	66	176	0	0	0	0	0	0	0	0	51	516
2000	468	159	41	0	0	0	0	0	0	0	63	229	959
2001	124	0	74	15	0	0	0	0	0	0	16	204	433
2002	75	280	2	0	0	0	0	0	0	0	19	193	569
2003	270	76	57	0	0	0	0	0	0	0	73	183	660
2004	171	197	68	40	0	0	0	0	0	56	29	296	858
2005	95	39	120	5	77	0	0	0	0	0	205	180	721
2006	122	55	176	0	0	0	0	0	0	220	48	409	1.030
2007	600	255	0	0	0	0	0	0	0	0	111	0	966
2008	4	28	41	89	0	0	0	0	0	0	0	224	382
Média	208	121	82	20	11	1	0	0	2	26	76	187	734
Meses com EXC	32	30	31	14	9	01	02	01	02	08	24	31	-
Prob. EXC (%)	97	90	93	42	27	3	7	3	7	24	72	93	-

Fonte: ANA, 2009.

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

Tabela 18 - Distribuição das Deficiências Hídricas (mm) na bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (1975-2008) – (CAD: 100 mm)

Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1975	0	0	0	1	12	18	32	55	78	0	0	0	197
1976	0	0	0	2	0	9	6	11	0	0	0	0	28
1977	0	21	0	0	11	0	15	30	14	0	0	0	90
1978	0	0	0	12	0	1	0	18	29	0	0	0	59
1979	0	0	0	0	0	8	6	33	0	3	0	0	50
1980	0	0	10	0	0	0	12	32	9	21	0	0	84
1981	0	5	0	1	7	0	21	38	53	0	0	0	125
1982	0	0	0	1	5	11	30	26	42	0	0	0	115
1983	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	15
1984	0	1	0	0	4	17	34	12	0	43	0	0	111
1985	0	0	0	3	24	28	42	54	65	32	0	0	248
1986	0	0	0	0	0	5	0	0	3	6	0	0	14
1987	0	0	0	0	7	9	29	39	12	46	0	0	143
1988	0	0	0	1	0	5	24	47	60	14	29	0	180
1989	0	0	0	14	10	27	8	35	76	10	0	0	180
1990	44	0	0	19	23	31	35	17	19	37	16	0	242
1991	0	0	0	0	7	10	32	22	73	76	9	0	228
1992	0	0	0	0	0	8	24	15	0	0	0	0	47
1993	0	0	0	0	17	0	20	37	0	0	0	0	74
1994	0	0	0	0	0	8	23	47	74	0	0	0	152
1995	0	0	0	0	0	5	23	46	27	5	0	0	106
1996	0	0	0	1	5	19	29	20	0	17	0	0	91
1997	0	0	0	8	5	0	20	44	28	0	0	0	106
1998	0	0	0	8	5	0	20	44	28	0	0	0	106
1999	0	0	0	25	35	23	46	62	1	26	0	0	218
2000	0	0	0	3	26	28	35	57	0	13	0	0	162
2001	0	1	0	0	8	18	32	40	37	57	0	0	193
2002	0	0	0	27	21	32	30	60	19	5	0	0	194
2003	0	0	0	0	4	14	33	53	0	12	0	0	116
2004	0	0	0	0	10	21	9	50	75	0	0	0	164
2005	0	0	0	0	0	4	23	46	22	0	0	0	95
2006	0	0	0	1	16	9	36	55	58	0	0	0	176
2007	0	0	0	3	9	23	22	54	78	76	0	0	266
2008	0	0	0	0	7	18	35	54	55	83	0	0	254
Média	1	1	0	4	8	12	23	37	30	17	2	0	136
Meses com DEF	01	04	01	17	23	27	31	33	25	19	3	0	-
Prob. DEF (%)	3	14	3	51	69	81	93	97	75	68	11	0	-

Fonte: ANA, 2009.

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

Nos meses que vão de junho a setembro, a probabilidade de ocorrer excedente hídrico é muito reduzida, ficando em média, abaixo de 10%. Já no período de novembro a março, a probabilidade de se registrar excedentes hídricos é bastante elevada, sendo que nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março ela é superior a 90% (Cf. Tabela 17).

Durante o período analisado, verificou-se que a média de deficiência hídrica anual é de 136 mm (Cf. Tabela 18), sendo que os meses com maiores déficits são aqueles compreendidos no período de junho a setembro, totalizando 78% do valor anual.

De novembro a abril há uma sensível redução na probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica no solo e, no período analisado, foi observado sua ocorrência nos anos de 1988, 1990 e 1991, com respectivamente 29 mm, 16 mm e 9 mm. Já nos meses de janeiro e fevereiro, a deficiência hídrica pode estar relacionada à ocorrência de veranicos (períodos de dias consecutivos com ausência de precipitações).

Os maiores índices de déficits hídricos foram registrados em 2007 e 2008 com respectivamente 266 e 254 mm, tais valores podem ser atribuídos ao atraso do período chuvoso, como pode ser observado na Tabela 15, que demonstra que, nesses dois anos, as precipitações ficaram concomitantemente 81% e 87% abaixo da média de 128 mm para o mês de outubro. Esse fato gerou uma tardia reposição hídrica no solo, que em ambos os anos só se iniciou em novembro. A maior retirada de água do solo ocorreu de março a outubro, em 2007 e, em janeiro de 2008, seguida com maior expressividade, no período de maio a outubro (Cf. Anexo 1).

Os dados térmicos da bacia indicam que graças à grande oferta de radiação solar, com médias acima dos 22°C e raras ocorrências de geadas, as práticas agrícolas tornam-se favoráveis. Sobre isso, Assunção (2002, p. 161) comenta:

Devido às suas características climáticas e por estar localizado na região intertropical, os cerrados possuem uma grande oferta anual de energia ou radiação. Essa grande quantidade de energia disponível, contribui, de forma direta, para que os valores de evapotranspiração sejam elevados. Assim, deve-se destacar que a abundância de radiação solar na região, durante todos os meses do ano (mesmo no período de inverno), tem significativa contribuição para que a demanda evaporativa da atmosfera seja elevada (ASSUNÇÃO, 2002, p.161).

A análise dos dados termo-pluviométricos demonstram que existe, na área em estudo, uma uniformização do regime pluviométrico, com distribuição regular das precipitações durante o período chuvoso. Essa realidade local favorece, principalmente, o desenvolvimento das culturas de ciclo curto como é o caso da soja e do milho, espécies muito cultivadas na região.

Quanto à deficiência hídrica, os índices anuais não distaram das características do cerrado brasileiro, indicando baixos valores no período analisado (média de 136 mm). Portanto, a disponibilidade de água na bacia, ao longo do ano, é um dos fatores elementares para as culturas permanentes (como o café, a banana, e a cana-de-açúcar), não havendo grande necessidade de praticar a irrigação. Devido às atuais atividades agrícolas exercidas na região, praticamente não foi observada essa atividade em campo.

5.7 Processos Hidrológicos

- *Análise Morfométrica*

Segundo as explicações de Beltrame (1994), a rede de drenagem e os processos hidrológicos que operam em uma bacia hidrográfica são fortemente influenciados pela declividade e pelo substrato rochoso do terreno e podem também refletir no potencial de degradação dos recursos naturais renováveis, influenciando ou não no processo erosivo da bacia.

Nesse sentido, foi realizada uma análise morfométrica da BHRB para caracterização quantitativa, por meio de variáveis numéricas, que podem ser obtidas diretamente de um mapa topográfico. Essa caracterização é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (TEODORO et al., 2007).

De acordo com Christofolletti (1980) a análise morfométrica de bacias hidrográficas pode ser dividida em quatro itens. O primeiro, trata da hierarquização da rede de drenagem. O segundo, realiza a análise linear da rede de drenagem, compreendendo as medições efetuadas ao longo das linhas de escoamento. A análise areal da bacia hidrográfica é o terceiro item, englobando vários índices que utilizam medições planimétricas, e lineares. Por último, a análise hipsométrica compreende a análise da distribuição altimétrica na bacia.

No *software Cartalinx*, foram digitalizados os arquivos vetoriais: curva de nível, drenagem e limite da bacia, os quais foram utilizados para a análise dos dados morfométricos. Neste estudo, para atingir os objetivos propostos, foram trabalhadas informações lineares, areais e hipsométricas. No Quadro 01, encontram-se os dados morfométricos da bacia, apresentando uma área aproximada de 35.781 ha e perímetro igual a 91,49 Km.

Índices morfométricos	Unidade	Ribeirão Borá
Área	ha	35.781
Perímetro	km	91,49
Comprimento do ribeirão	km	38,85
Coefficiente Compacidade (Kc)	-	1,35
Fator forma (Kf)	-	0,38
Densidade de drenagem (Dd)	km/km ²	0,85
Sinuosidade curso principal (Is)	-	1,86
Índice de circularidade (IC)	-	0,53
Somatório comprimento das curvas	km	777,20
Eqüidistância entre curvas	m	50
Declividade média (D)	%	10,86
Coefficiente de rugosidade (RN)	-	9,26

Quadro 01: Dados morfométricos da BHRB
Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

O coeficiente de compacidade (número adimensional) varia conforme a forma da bacia, independente de seu tamanho e, quanto maior for o seu valor, mais irregular será a bacia. Um coeficiente mínimo igual a uma unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é expressivamente superior a um; como no caso da bacia em estudo que apresentou, para esse parâmetro, um valor de 1,35 significando que área não apresenta tendência para ocorrência de enchentes.

A densidade de drenagem indica a eficiência da drenagem da bacia. Sua definição é dada pela relação entre o comprimento total dos cursos de água e a área de drenagem e é expressa em km/km². Na BHRB, a densidade de drenagem (Dd) apresentou um valor igual a 0,85 km/km², que pode ser considerado baixo. Isso indica um relevo em sua maioria pouco declivoso, com rampas longas e solos profundos, contribuindo para uma alta capacidade de infiltração, com exceção nas áreas próximas a sua foz, onde o relevo apresenta maior declividade e vertentes mais curtas.

O cálculo para o índice de circularidade (Ic) foi de 0,53 (valor adimensional). Esse parâmetro tende para unidade à medida que a bacia aproxima-se à forma circular e diminui à medida que a forma torna-se alongada. Assim, juntamente com o valor do coeficiente de compacidade, conclui-se que a bacia não apresenta formato circular, o que também dificulta a ocorrência de enchentes.

A sinuosidade do curso de água principal é um fator controlador da velocidade de escoamento e representa a relação entre o comprimento do canal principal e a distância

vetorial entre os extremos do canal. O índice próximo a 1 indica que os canais tendem a ser retilíneos, já os valores superiores a 2,0 indicam que os canais tendem a ser tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Desta forma, conclui-se que o Ribeirão Borá possui formas transicionais, já que o valor encontrado para este parâmetro foi de 1,86 (valor adimensional).

A declividade relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. Os picos de enchente, infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975 apud TEODORO et al., 2007). Desse modo, tem-se como declividade média da bacia, o valor de 10,86%, indicando que água escoar em alta velocidade.

Por último, comenta-se sobre o coeficiente de rugosidade (RN) da bacia. Esse parâmetro direciona o uso potencial da terra com relação às suas características para agricultura, pecuária, pecuária/floresta ou floresta. O RN apresenta a relação entre a densidade de drenagem e a declividade média da bacia e quanto mais baixo o valor obtido, maior será a aptidão agrícola da área. O valor do coeficiente de rugosidade, para a área em estudo, foi de 9,26 (valor adimensional), indicando que suas terras são propensas às atividades agrícolas e pecuárias.

- *Demanda e oferta hídrica*

As atuais discussões sobre escassez e conflitos pela água demonstram a necessidade de um planejamento eficaz para melhor utilização dos recursos hídricos. Portanto, torna-se imprescindível conhecer a demanda e oferta hídrica de uma determinada localidade.

Apesar da grande demanda de água para irrigação encontrar-se nas áreas de chapadas onde se localizam as nascentes de vários rios, no caso da BHRB, o uso dos recursos hídricos para irrigação não são de grande representatividade. Por esse motivo, serão destacadas as atividades que mais demandam a utilização de água na bacia para a geração de energia elétrica e para o abastecimento da cidade.

A Região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba apresenta um dos maiores potenciais hidroelétricos do Brasil, com destaque para os rios Paranaíba e Grande e seus principais

afluentes. O Ribeirão Borá, afluente do Rio Grande, torna-se encachoeirado após sair do perímetro urbano, facilitando a geração de energia elétrica. Nesse ribeirão, existem instaladas e estão em operação, duas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's): Usina Cajuru e Usina Santo Antônio (Cf. Figura 38).

A Usina Cajuru localiza-se a aproximadamente 4 Km à jusante da cidade de Sacramento. Durante mais de meio século, forneceu energia elétrica para Sacramento e Conquista na ordem de 600Kw/h. No período de 1913 a 1938, gerou energia para a sustentação do Bonde Elétrico que ligava a cidade à estação férrea do Cipó, aproximadamente 15 km de distância. Em 1964, a usina foi desativada, permanecendo assim cerca de 40 anos. Atualmente está em funcionamento e gera 400Kw/h de energia elétrica, que é encaminhada para a subestação da CEMIG e redistribuída na cidade.

A Usina de Santo Antônio foi fundada em 1966 e encontra-se a aproximadamente 15 km à jusante da área urbana de Sacramento. É uma PCH de domínio privado que gera energia para uma Usina de Açúcar (Usina de Mendonça) localizada no município de Conquista/MG, produzindo 750 Kw/h de energia elétrica.



Figura 38: Pequenas Centrais Hidrelétricas da BHRB

Autor: FLORENCIO, B.A.B., 28/04/2009.

O abastecimento de água na cidade de Sacramento é realizado pelo SAAE desde a década de 1960. Até o início dos anos de 1980, a captação era feita exclusivamente na Mina da Loca, pequeno afluente da margem direita do Ribeirão Borá, que aflora em uma gruta na zona rural.

As medições de vazão realizadas pelo SAAE constataram que esse manancial apresenta uma vazão de 50 l/s, mas em períodos críticos, no final da estação seca, esse volume cai para 22 l/s. Nesse sentido, com o crescimento da cidade, a quantidade de água fornecida pela Mina da Loca foi tornando-se insuficiente (SAAE, 1994).

Atualmente, além da Mina da Loca, o SAAE trabalha com mais sete poços artesianos, e o Córrego dos Pintos, também afluente da margem direita do Ribeirão Borá, representa o principal manancial de captação superficial, com uma vazão de 45 l/s.

De acordo com o SAAE (2009), o sistema de captação de água do Córrego dos Pintos (Cf. Figura 39) é composto por 1.200 metros de adutora que leva a água da Estação de Tratamento de Água (ETA) até o Reservatório nº.2, localizado na Avenida Antônio Carlos, área central da cidade. Esse reservatório pode armazenar no máximo 1.000 m³ e sua capacidade operacional de produção de água tratada é de 162 m³/h.



Figura 39: Foto aérea do Córrego dos Pintos. Destaque para o local onde é feita a captação de água
Fonte: SAAE, 2009.

O relatório técnico mensal (abril de 2010) apresentado pelo SAAE (Cf. Anexo 2) sobre captação e consumo da água em Sacramento aponta que a soma das vazões captadas e tratadas na BHRB, para abastecimento público, é igual a 140,5 m³/h. Deste total, são consumidos 102,19 m³/h, com perda de 37% no sistema. Os domicílios consomem 92% deste valor, seguidos pelo comércio com 7,5% e indústrias, com 0,5%.

Segundo as informações obtidas no Sindicato dos Produtores Rurais de Sacramento (Cf. Anexo 3), existem na BHRB cento e setenta e duas (172) propriedades catalogadas pelo Ministério da Fazenda (Secretaria da Receita Federal do Brasil). Destas, de acordo com a classificação das propriedades rurais, baseadas no módulo fiscal, proposta pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) (Cf. Tabela 19), apenas uma propriedade na bacia pode ser considerada grande, quatorze propriedades são médias e mais de cento e cinquenta e sete são pequenas.

Tabela 19 – Classificação das propriedades rurais segundo o INCRA

CLASSIFICAÇÃO DA PROPRIEDADE	TAMANHO DA PROPRIEDADE (Módulo Fiscal) *
Pequena	1 – 3,9
Média	4 – 14,9
Grande	15 – 59,9
Latifúndio	>60

* Valor do Módulo Fiscal = 35 ha

Fonte: INCRA, 2009

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009

A presença dos produtores rurais e pecuaristas é intensa na área de estudo, o que justifica o destaque das atividades agropecuárias para a economia local, e a grande dependência em relação à utilização dos recursos hídricos. Tundisi (2005, p.29) ressalta que o consumo de água nas atividades humanas varia muito entre as regiões e países do mundo. No entanto, o uso múltiplo das águas interage com a expansão populacional e às demandas industriais e agrícolas, que juntas geram grande pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Quanto à utilização dos recursos hídricos, Tundisi (2005, p.29) afirma:

Quando determinada área é desenvolvida para uso humano, muitos sistemas que retêm água do ciclo hidrológico são removidos. Há aumento rápido do escoamento urbano devido à pavimentação e também pela remoção da vegetação, fundamental na recarga dos aquíferos (TUNDISI, 2005, p. 29).

Aliado ao processo de modernização da agricultura no cerrado mineiro, especialmente na década de 1970, ampliou-se a demanda pela uso da água, para suprir as necessidades dos cultivos, principalmente no período de estiagem (maio-setembro). Desse modo, atividades como a irrigação, dessedentação de animais, produção de bovinos, suínos e aves, captação de águas superficiais e subterrâneas para atividades agrícolas correspondem aos usos da água de maior relevância no cerrado.

A prática da irrigação não é significativa na bacia, tendo em vista as principais atividades econômicas atualmente desenvolvidas. No entanto, conhecer a

disponibilidade hídrica da região e realizar uma utilização sustentável da água é de fundamental importância para os agricultores, tanto para melhorar a produtividade, quanto para preservar os recursos hídricos.

A PNRH (Lei nº. 9.433/1997), por meio do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH), tem a finalidade de autorizar a utilização dos recursos hídricos, levando-se em conta que a água é um recurso natural de domínio público (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988). Portanto, qualquer atividade que possa comprometer sua integridade deve ser antes de tudo, analisada pelo órgão ambiental competente.

A disponibilidade hídrica de uma região corresponde à água de potencialidade para aproveitamento econômico; ou como salienta Rebouças (2002) “*a água como bem econômico*”. Na BHRB, o principal tipo de uso das águas é o doméstico, com a finalidade de abastecimento público.

Mesmo que não seja para irrigação, antes da implantação de qualquer empreendimento cujo uso da água venha alterar o regime, a quantidade ou a qualidade do corpo de água, incluindo, além das captações, acumulações e derivações, os lançamentos de efluentes, deve ser solicitado o direito de uso da água. Em Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) é o órgão responsável por avaliar o uso múltiplo das águas.

Para tanto, a outorga de direito de uso da água é o instrumento legal que assegura ao usuário a utilização dos recursos hídricos. Esse documento garante o controle quantitativo e qualitativo do uso da água, especificando o local, a fonte, a vazão e a finalidade de seu uso em determinado período (IGAM, 2009).

As outorgas de uso da água vêm ganhando destaque no cenário nacional, especialmente pela rigidez da fiscalização realizada pelos órgãos ambientais. Em Sacramento, o número de usuários que solicitam ao IGAM a legalização de suas atividades que demandam a utilização dos recursos hídricos, vem crescendo, embora ainda sejam necessárias muitas solicitações, tendo em vista que alguns usuários demandam uma vazão superior a 15 m³/s. No Anexo 4 desta pesquisa, estão apresentadas as outorgas realizadas na BHRB, no período de 2002 a 2010.

Considerando sua vocação para agricultura e o fato de o município de Sacramento utilizar as águas do Ribeirão Borá, sobretudo, para abastecimento da cidade e para geração de energia elétrica, torna-se fundamental conhecer as características

hidrológicas da bacia; tanto para propor usos mais indicados, quanto para auxiliar uma gestão adequada dos recursos hídricos.

Lima et al. (2008) descrevem a importância do monitoramento hidrométrico especialmente nas regiões de relevância social, econômica, ambiental ou com risco de ocorrência de conflito pelo uso da água (quantitativo e/ou qualitativo). Argumentam também que a disponibilidade dos dados hidrológicos é dispendiosa, requer significativa quantidade de recursos humanos e financeiros. Esse fator dificulta o monitoramento das áreas de interesse ambiental, pois com a escassez de dados, torna-se complexa a busca por informações dos locais não monitorados.

No caso da BHRB, devido à ausência de dados hidrológicos para a área, estimou-se a vazão específica média mensal, a partir de dados de uma bacia localizada próxima ao local, com similaridades físicas em relação à área de estudo. Esses dados foram obtidos pelo Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (HIDROWEB/ANA), da estação fluviométrica nº. 60220000, instalada no distrito de Desemboque/MG, no Rio Araguari, com área de drenagem de 1.073 Km². Foram trabalhados dados num período de 10 anos (1996-2006) e o cálculo da vazão específica média foi executado no *software Excel*. Os dados que serviram de base para esse cálculo podem ser conferidos conforme Anexos 5 e 6.

Segundo Lima et al. (2008, p.1), a “vazão específica” (l/s/Km²) é um índice que representa a capacidade de geração de vazão de uma determinada bacia hidrográfica. Os autores também argumentam:

[...] a vazão específica é definida pela razão entre a vazão que flui em um determinado ponto do rio e sua respectiva área de drenagem”. “[...] o conhecimento desse índice possibilita, de forma fácil e rápida, a estimativa da vazão que passa por diferentes locais ao longo do curso d’água a partir de sua área de drenagem (Km²) (LIMA et al., 2008, p.1).

Essa amostragem permite uma caracterização satisfatória sobre a realidade da bacia em relação à sua capacidade de vazão. Na Tabela 21, estão apresentados os valores de vazão média mensal estimados (em l/s/Km², l/s e m³/h) para o Ribeirão Borá, sob uma área de drenagem de 357,81 Km².

Pela observação da Tabela 20, constata-se que durante o período analisado (1996-2006), os meses que vão de dezembro a março apresentam os maiores volumes de água, compreendendo cerca de 59% do valor total da vazão específica média.

Conforme esperado, os meses com maiores vazões coincidem com a estação chuvosa, sendo que no mês de janeiro obteve-se o maior volume registrado nos anos (51,53 l/s/Km²). O mês de abril apresentou um valor de 25,19 l/s/Km², evidenciando uma transição para o período com menores volumes de água. Dependendo do ano, a estação seca inicia-se nesse mês ou, então, prolonga-se a estação chuvosa até abril.

Tabela 20 – Vazão Específica Média Mensal Estimada para o Ribeirão Borá / Sacramento (MG) / Área de drenagem: 357,81 Km² (1996-2006)

Meses	Vazão específica Média l/s/Km ²	Vazão l/s	Vazão m ³ /h
Janeiro	51,53	18.439,51	66.382,23
Fevereiro	44,87	16.055,83	57.800,97
Março	39,96	14.299,36	51.477,71
Abril	25,19	9.014,22	32.451,18
Mai	18,11	6.479,87	23.327,53
Junho	14,45	5.171,16	18.616,18
Julho	11,80	4.223,81	15.205,73
Agosto	9,90	3.543,24	12.755,66
Setembro	10,45	3.739,98	13.463,94
Outubro	13,24	4.738,56	17.058,83
Novembro	19,77	7.072,53	25.461,11
Dezembro	40,56	14.514,00	52.250,39
Média	24,99	8.941,01	32.187,62

Fonte: HIDROWEB / ANA, 2010.

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

Verifica-se também que, nos meses entre junho e outubro, os valores de vazão específica média são bastante inferiores ao restante do período analisado que apresentou como média 24,99 l/s/Km². Esse fato pode ser atribuído ao baixo índice pluviométrico, como fonte principal de alimentação dos rios. Neste período, os cursos d'água contam com a contribuição do lençol freático para sua sustentação.

O trimestre com menor volume de água disponível (julho, agosto e setembro) representa aproximadamente 10,7% do total de vazão para o período de estudo. Já o trimestre mais úmido, representado pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro contribui em média com 136,96 l/s/Km² ou aproximadamente 46% do valor total da vazão específica média obtida para o Ribeirão Borá.

Analisando o Gráfico 03, verifica-se que o comportamento das vazões específicas médias é controlado pelo regime pluviométrico local. No mês de agosto (ápice da estação seca), foi registrado o menor valor de água disponível na bacia (9,90 l/s/Km²). Esse fato merece atenção especial quanto à utilização de água, pois, conforme a

demanda, a oferta torna-se insuficiente, e sem planejamento adequado das atividades, podem ocorrer situações de conflito e escassez hídrica.

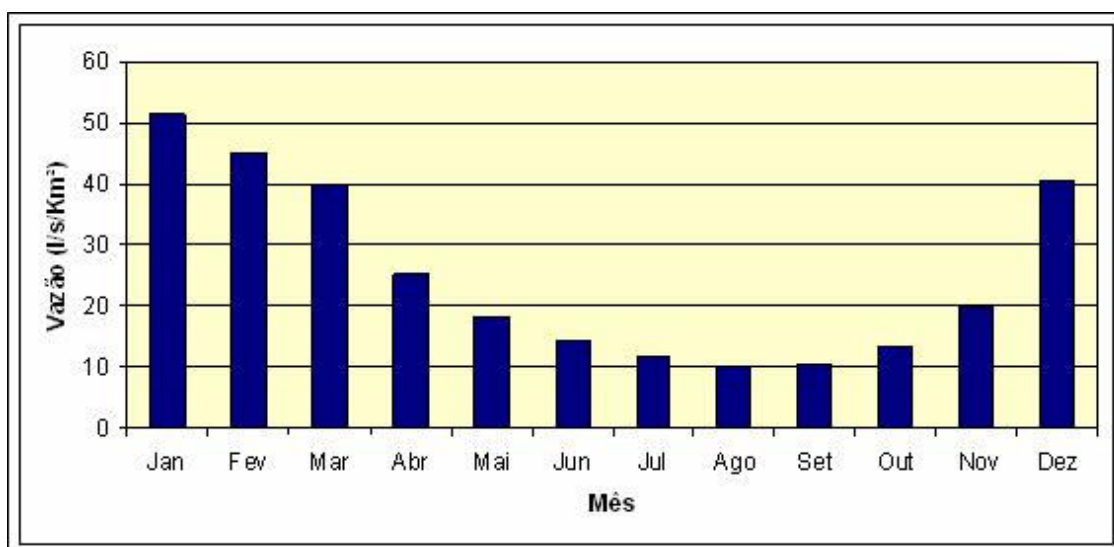


Gráfico 03: Variabilidade da Vazão Específica Média Mensal (l/s/Km²) estimada para o Ribeirão Borá (MG) (1996-2006).

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2010.

Praticamente os valores de vazão específica média correspondem à quantidade de água disponível para todas as atividades que são realizadas na bacia. Por meio dos dados obtidos na Tabela 20, conclui-se que em média a área de estudo conta com um volume de água na ordem de 32.187,62 m³/h.

A topografia plana, predominante na bacia, é característica das regiões de chapada e favorece a infiltração de água no solo. Por conseguinte, há uma regulação da vazão durante o ano. Práticas adotadas na região, como a criação de represas artificiais, causam impacto ambiental, visto que as mesmas comumente são construídas em áreas de veredas, alterando esse meio que contribui com a regulação das vazões durante o período seco, quando o déficit hídrico se acentua.

Analisando a Tabela 20 e Gráfico 03, verifica-se a existência de um período crítico durante a estação chuvosa, especialmente no mês de outubro, cujos valores ficam próximos aos das médias das vazões do período seco (abril a setembro); podendo causar problemas de abastecimento na cidade e comprometer as demais atividades na bacia.

A ausência de excedentes hídricos registrados nos meses de junho a setembro, no período analisado, coincide com a estação seca, onde as alturas pluviométricas são de

baixa representatividade. O abastecimento do Ribeirão Borá é garantido principalmente por meio das águas acumuladas no subsolo.

É importante comentar que os resultados obtidos e apresentados são valores médios de um período de dez anos (1996-2006); portanto, em anos de chuva abaixo da média, as vazões específicas também apresentem valores inferiores à média.

Além da agricultura, pecuária e abastecimento, os dados de vazão média mensal estimados para a BHRB forneceram subsídios que permitem concluir que a oferta de água no interior da bacia, durante o período analisado, apresenta-se suficiente para suprir suas atividades econômicas e necessidades humanas. Pode-se com tranquilidade, durante todo o ano, usufruir de grande quantidade de água, desde que haja um planejamento adequado para a execução dessas atividades. No entanto, é necessário ressaltar a importância da atuação de um sistema de gestão dos recursos hídricos que colabore com a preservação dos mesmos, com o desenvolvimento de ações compatíveis com a realidade da bacia.

5.8 Uso da Terra e Cobertura Vegetal dos anos de 2002 e 2009

Os levantamentos de uso da terra visam observar as mudanças devido a fatores naturais e antrópicos em busca de uma maior eficiência para elaboração de planos de manejo de recursos naturais e para analisar a paisagem. Quanto ao mapeamento da cobertura vegetal, Anderson et al. (2005) comentam a importância de sua realização e monitoramento para o planejamento ambiental.

Rosa (2003) diz que a expressão "uso da terra" pode ser entendida como “*a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem*” e seu levantamento é de grande importância para compreender os efeitos que o uso desordenado causa no ambiente. Assim, a classificação do uso da terra numa dada região tornou-se um aspecto fundamental para entendimento dos padrões de organização do espaço.

Conforme cita Pacheco (1998), o conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas, bem como informações sobre as proporções de suas mudanças tornam-se cada vez mais necessárias aos legisladores e planejadores. Desse modo, existe a necessidade de atualização

constante dos registros de uso da terra, para que suas tendências possam ser analisadas e para que as potencialidades da área em questão possam ser desenvolvidas.

Buscando compreender os padrões de organização e ocupação da BHRB, foram elaborados mapas de Uso da Terra e Cobertura Vegetal, para os anos de 2002 e 2009. Utilizou-se para tanto, o ortomosaico de composição colorida (IBGE, agosto de 2002) para a obtenção do mapa de 2002 e imagens do ETM+/Landsat 5 (agosto de 2009), para elaboração do mapa de 2009 (Cf. Mapas 07 e 08). Nos Anexos 7 e 8, pode-se conferir as Cartas Imagens que serviram de base para confecção dos mapas.

As categorias de uso da terra e cobertura vegetal foram identificadas por meio do método da chave de fotointerpretação (Quadros 02 e 03) e dos levantamentos de campo. Para tal, consideraram-se a cor, a textura, a forma e o tamanho das feições presentes no ortomosaico e na imagem, ambos de composição colorida, sendo satisfatórios para interpretar as diferentes formas de uso e ocupação na bacia.

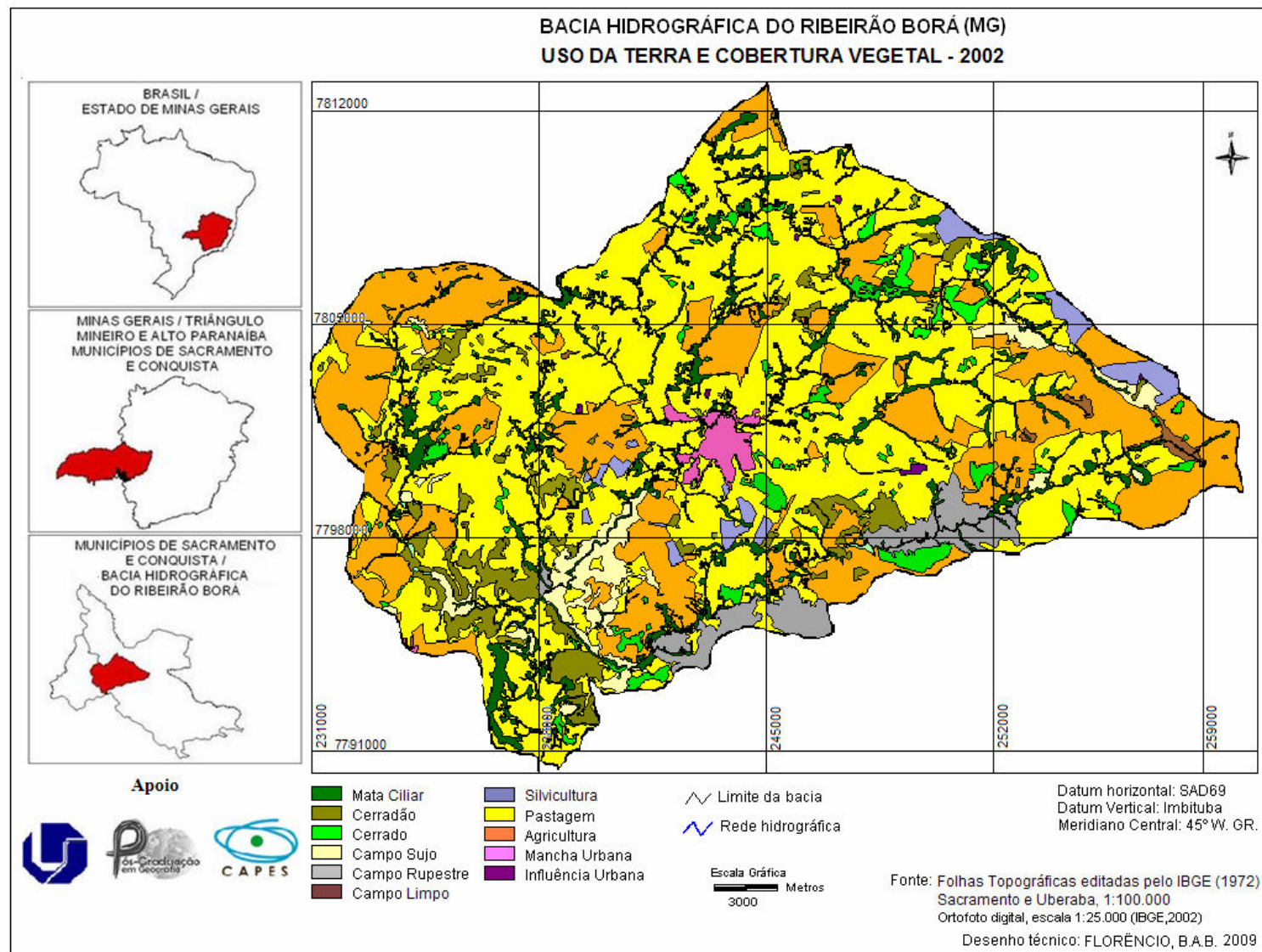
Desse modo, foi possível identificar 11 categorias: Mata Ciliar, Cerradão, Cerrado, Campo Sujo, Campo Rupestre, Campo Limpo, Silvicultura, Pastagem, Agricultura, Mancha Urbana e Influência Urbana.

CATEGORIA	COR	TEXTURA	FORMA
Mata Ciliar	Verde-médio	Rugosa	Irregular
Cerradão	Verde-escuro	Rugosa	Irregular
Cerrado	Verde-escuro	Média	Irregular
Campo Sujo	Verde-claro	Rugosa	Irregular
Campo Rupestre	Cinza-médio	Rugosa	Irregular
Campo Limpo	Marrom-esverdeado	Lisa	Irregular
Florestamento	Cinza-escuro	Média	Geométrica
Pastagem	Rosa-esbranquiçado	Média	Irregular
Agricultura	Azul e Rosa-esbranquiçados	Lisa	Geométrica
Mancha Urbana	Rosa-esbranquiçado	Rugosa	Geométrica
Influência Urbana	Rosa-esbranquiçado	Rugosa	Geométrica

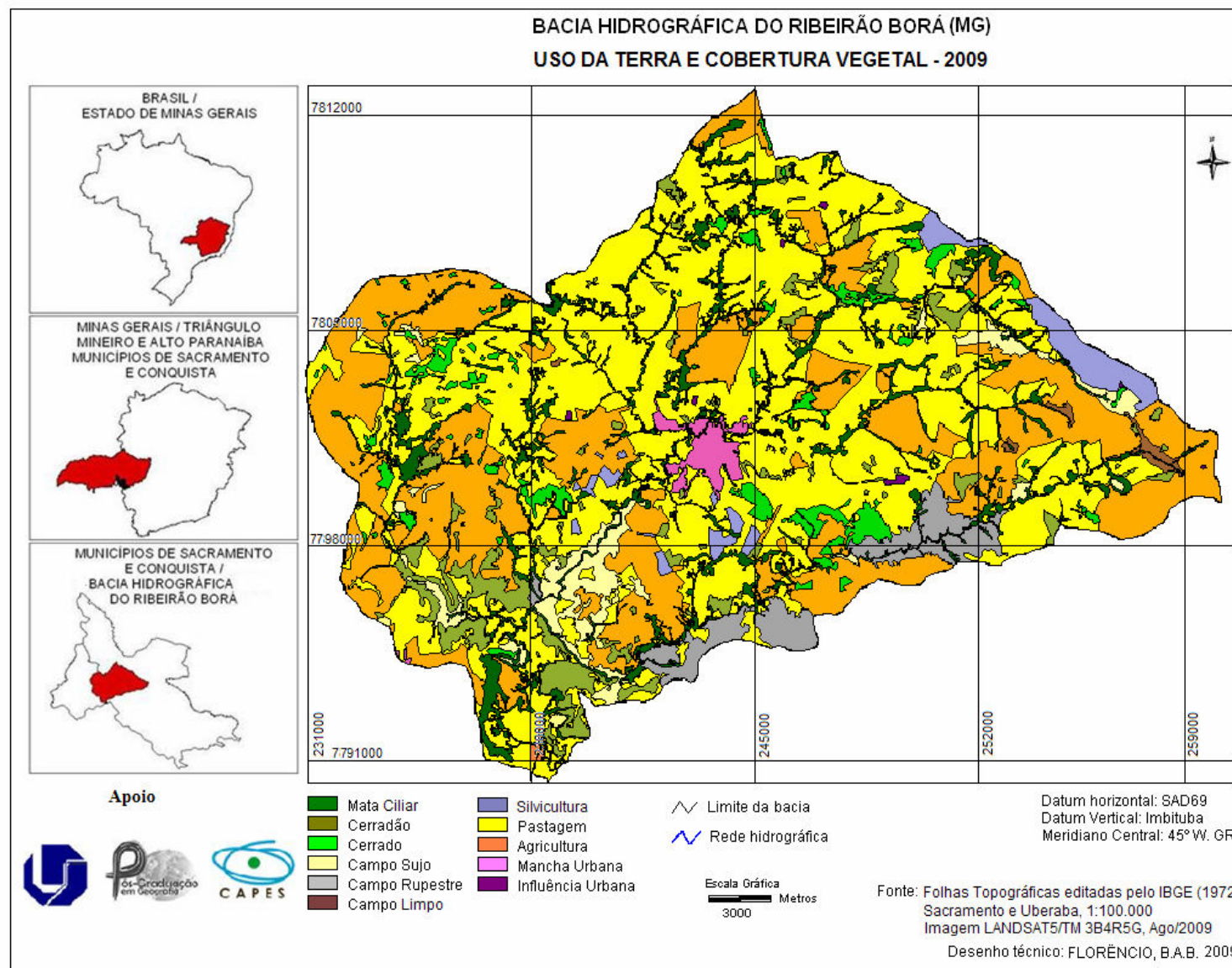
Quadro 02: Chave de fotointerpretação do ortomosaico de composição colorida (IBGE, 2002)

Fonte: ROSA, R., 2003.

Adaptado por: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.



Mapa 07: Uso da Terra e Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG), 2002.



Mapa 08: Uso da Terra e Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG), 2009.

CATEGORIA	COR	TEXTURA	FORMA
Mata Ciliar	Vermelho-claro	Rugosa	Irregular
Cerradão	Vermelho-escuro	Rugosa	Irregular
Cerrado	Vermelho	Média	Irregular
Campo Sujo	Verde-claro	Rugosa	Irregular
Campo Rupestre	Verde-acinzentado	Rugosa	Irregular
Campo Limpo	Marrom-esverdeado	Lisa	Irregular
Florestamento	Cinza-escuro	Média	Geométrica
Pastagem	Azul-esbranquiçado	Média	Irregular
Agricultura	Verde-amarelo e azul-escuro	Lisa	Geométrica
Mancha Urbana	Rosa-esbranquiçado	Rugosa	Geométrica
Influência Urbana	Azul-Esbranquiçado	Rugosa	Geométrica

Quadro 03: Chave de fotointerpretação da composição colorida 3G 4R 7B (ETM+/Landsat 5 - 2009)

Fonte: ROSA, R., 2003.

Adaptado por: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

- *Formações Vegetacionais*

De acordo com Beltrame (1994, p. 14), a cobertura vegetal é um fator indispensável para a manutenção dos recursos naturais renováveis. Para a bacia hidrográfica, a vegetação exerce um papel essencial na manutenção do ciclo da água, protege o solo contra os impactos das gotas de chuva, aumenta a porosidade e a permeabilidade do solo através da ação das raízes, reduz o escoamento superficial das águas, mantém a umidade e a fertilidade das terras pela presença da matéria orgânica, etc.

Na área em estudo, foi constatada, em trabalhos de campo, a presença das seguintes formações vegetacionais: *Mata Ciliar*, *Cerrado Sentido Restrito*, *Cerradão*, *Campo Sujo*, *Campo Rupestre* e *Campo Limpo* (Cf. Figura 40).

Todas estas formações pertencem ao Bioma Cerrado, variando quanto à composição fitofisionômica e refletindo as características particulares do local de sua ocorrência. Em alguns pontos, observou-se a presença de espécies endêmicas do Bioma Mata Atlântica, como o Angico¹ (Cf. Figura 41), o que pode ser explicado por se tratar de áreas de ecótono, transição do Bioma Cerrado para o Bioma Mata Atlântica.

¹ O nome científico dessa espécie é *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg, pertencente à família Leguminosae-Minosoideae.



Figura 40: Formações Vegetacionais encontradas na bacia hidrográfica do Ribeirão Borá
Org.: FLORENCIO, B.A.B., novembro de 2009.



Figura 41: Angico
Autor: FLORENCIO, B.A.B., 18/11/2009.

O *Bioma Cerrado* é o segundo maior do Brasil, superado apenas pela Floresta Amazônica. Com maior incidência no Planalto Central, este bioma corresponde a um complexo de vegetação savânica, com relações estreitas com outras savanas da América Tropical, da África e da Austrália. De acordo com o IBGE (2009), sua área de ocorrência é de aproximadamente 2.000.000 de km², ocupando cerca de 23% do território nacional (Cf. Figura 42).



Figura 42: Biomas Brasileiros
Fonte: IBGE, 2009.

O Cerrado brasileiro apresenta fisionomias que englobam formações florestais savânicas e campestres. Sobre isso, Ribeiro & Walter (1998, p. 93-94) comentam:

[...] A feição Floresta representa a predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo. A Savana, de um modo geral refere-se a árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de um dossel contínuo. A área coberta por Campo designa a predominância de espécies herbáceas e algumas arbustivas, com escassez de árvores na paisagem (RIBEIRO & WALTER, 1998, p. 93 -94).

A seguir estão descritas as fitofisionomias do Bioma Cerrado identificadas na bacia.

- *Mata Ciliar*

Esse é um tipo de formação florestal, com cobertura arbórea de 50 a 90%. Na bacia, essa formação vegetal ocorre nas várzeas úmidas, na periferia dos cursos d' água e é constituída por árvores que apresentam entre 20 a 25 metros de altura, intercaladas com herbáceas. Segundo Ribeiro; Walter, 1998 apud Sampaio, 2007, esse tipo de vegetação acompanha rios de médio e grande porte, em que a vegetação arbórea não

forma galerias. Nesse caso, os solos presentes em sua área de ocorrência podem ser rasos, como os Cambissolos, Plintossolos ou Neossolos litólicos; profundos, como os Latossolos e Argissolos ou ainda serem Neossolos flúvicos.

- *Cerrado Sentido Restrito*

Essa formação é caracterizada pela presença de arbustos e subarbustos que se encontram espalhados. As espécies são baixas, inclinadas, tortuosas e retorcidas, geralmente com evidências de queimadas. Os troncos das plantas, em geral, possuem cascas com cortiça grossa e as folhas são rígidas e coriáceas, caracterizando um aspecto de xeromorfismo (RIBEIRO; WALTER, 1998 apud SAMPAIO, 2007).

Na área em estudo, a transição do cerrado (sentido restrito) para o cerradão é percebida pelas formações florestais que se adentram nas encostas da Formação Serra Geral, em cotas mais elevadas, variando de aproximadamente 800m a 1.000m de altitude; a aroeira, o capitão, a chapadinha, e o pombo² representam algumas das espécies de cerrado que se destacam na transição para o cerradão (Cf. figura 43).

As espécies arbóreas que possuem raízes profundas não sofrem restrição hídrica durante a estação seca, porém, grande parte dos solos que ocorrem sob o cerrado são das classes Latossolo Vermelho Acriférico, Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico e Latossolo Vermelho Distrófico, que apesar das boas condições físicas, são fortes ou moderadamente ácidos ($\text{Ph} < 5$), com carência de nutrientes e altas taxas de alumínio.

² Os nomes científicos dessas espécies são respectivamente: *Myracrodruon urundeva* (família Anacardiaceae), *Terminalia actinophylla* Mart. (família Combretaceae), *Acosmium dasycarpum* (Vog.) Yakov. (família Leguminosae) e *Tapirira marchandii* Engl. (família Anacardiaceae).

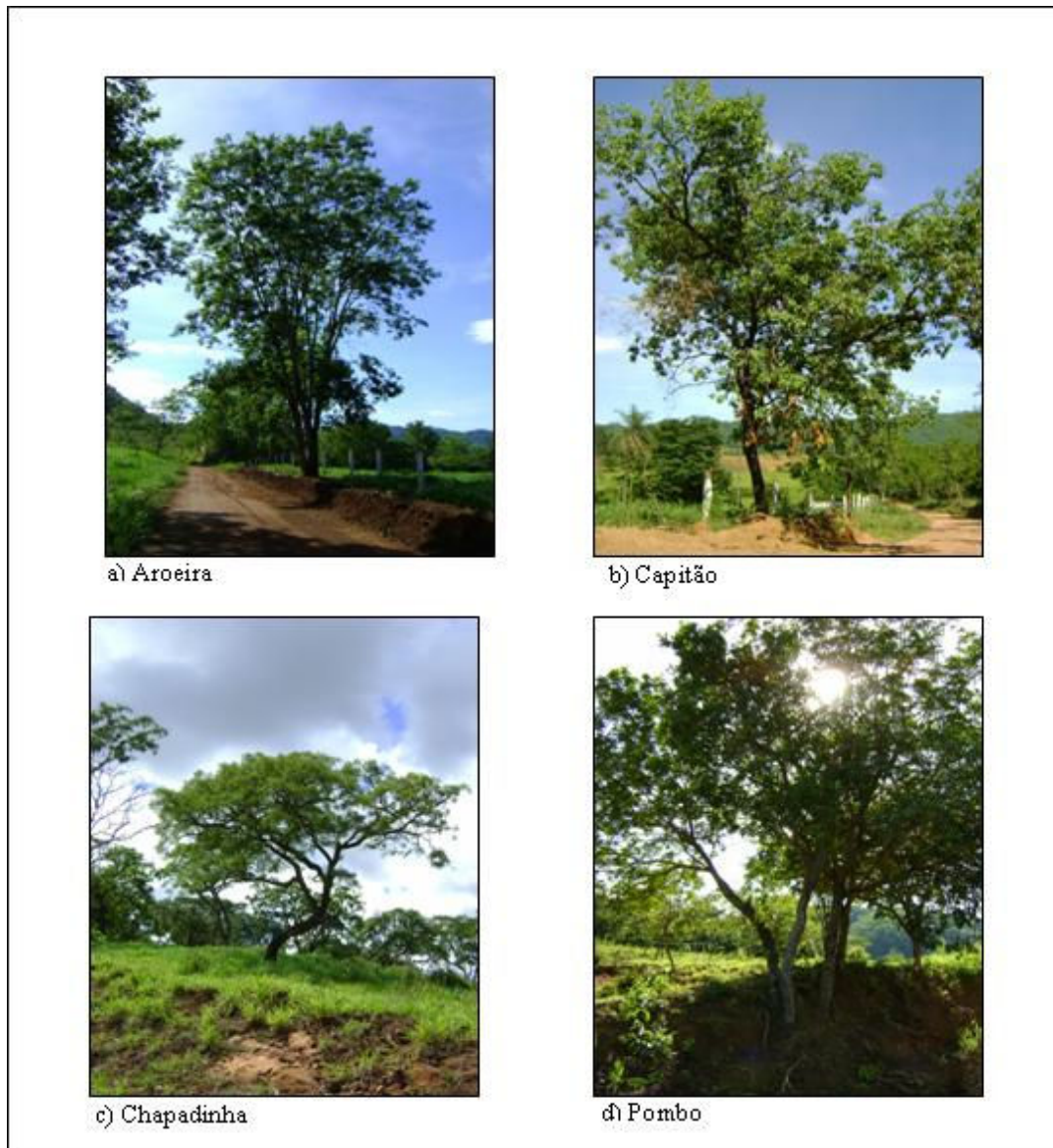


Figura 43: Espécies de cerrado presentes nas áreas de transição para o cerradão
Org.: FLORENCIO, B.A.B., novembro de 2009.

- *Cerradão*

Ribeiro & Walter (1998) explicam que o cerradão corresponde a uma formação florestal com aspectos xeromórficos (condições de seca) e, do ponto de vista fisionômico, é uma floresta, mas floristicamente é mais similar a um Cerrado.

Para mapear a cobertura vegetal da bacia, utilizaram-se os termos “cerrado” e “cerradão” com o objetivo de ressaltar as diferenças entre essas duas formações. O cerradão forma um dossel com cobertura arbórea que oscila entre 50 e 90% e altura média de 8 a 15 metros.

Na bacia, essa feição fisionômica encontra-se presente sobre solos que, em geral, são profundos, bem drenados, de média e baixa fertilidade, ligeiramente ácidos, pertencentes às classes Latossolo Vermelho-Ácriférico, Latossolo Vermelho-Amarelo-Ácrico ou Latossolo Vermelho Distrófico. Também pode ocorrer em proporção menor nos locais sustentados pelos Neossolos Litólicos.

- *Campo Sujo*

Tipo de formação campestre que, segundo Ribeiro & Walter (1998), é exclusivamente herbáceo-arbustivo, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do cerrado sentido restrito.

Na bacia, o campo sujo é encontrado em áreas de Chapada associadas a solos rasos, em particular aos Neossolos Litólicos ou, ainda, em solos profundos de baixa fertilidade (állico ou distrófico) como os Latossolos de textura média. No mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal, a fase de vegetação para as formações campestres foi designada utilizando-se os termos “Campo Sujo”, “Campo Rupestre” e “Campo Limpo”, para as áreas de várzea que formam um Campo Limpo Úmido.

- *Campo Rupestre*

Conforme Ribeiro & Walter (1998, p. 120),

O Cerrado Rupestre é um subtipo de vegetação arbóreo-arbustivo que ocorre em ambientes rupestres, em Afloramentos de Rocha e em Neossolos Litólicos. As espécies arbóreas se concentram nas fendas das rochas, com densidade variável, dependendo do volume de solo (RIBEIRO & WALTER, 1998, p. 120).

Na bacia, essa subdivisão fisionômica do Cerrado ocorre nas áreas de incidência do Neossolo Litólico, com afloramento da rocha pré-cambriana (Quartizito Canastra) em altitudes superiores a 900 metros. Estes solos são ácidos, pobres em nutrientes e com disponibilidade de água restrita.

De acordo com Ribeiro & Walter (1998) apud Sampaio (2007), o Campo Rupestre apresenta uma fitofisionomia herbáceo-arbustiva, com presença eventual de arvoretas

pouco desenvolvidas de até 2 metros de altura. A composição florística varia em função do substrato (profundidade do solo, fertilidade, disponibilidade de água, etc.).

- *Campo Limpo*

Ribeiro & Walter (1998) argumentam que essa fitofisionomia do Cerrado é predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Pode ser encontrada em diferentes topografias e grau de umidade, profundidade e fertilidade do solo. Entretanto, na maioria das vezes, localiza-se nas encostas, nas chapadas, nos olhos d'água, circundando as Veredas, as matas de Galeria e Ciliar, geralmente, sobre a ocorrência de Neossolos Litólicos, Cambissolos ou Plintossolos Pétricos.

Na BHRB, essa formação vegetacional foi encontrada próxima a nascentes associadas a solos Hidromórficos e Aluviais; em áreas planas, relativamente extensas, contíguas aos rios e inundadas periodicamente. Por esse fato, essas áreas são denominadas de “Campo de Várzea”, “Várzea” ou “Brejo” e podem também ocorrer em áreas de Solos Orgânicos e Plintossolos. Muitas das espécies que ocorrem no Campo Sujo também se encontram nas áreas de Campo Limpo.

- *Categorias de influência antrópica*

Além das fitofisionomias do Bioma Cerrado presentes no mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal, também foram observadas, na bacia, as seguintes categorias: *Silvicultura*, *Pastagem*, *Agricultura*, *Mancha Urbana* e *Influência Urbana*. Todas essas referem-se à influência antrópica no processo de uso e ocupação do espaço.

As áreas, onde foi verificada a ocorrência de *Silvicultura* (Cf. Figura 44), correspondem aos locais em que são cultivadas espécies exóticas, como *Pinus Eliots* e *Eucalyptus sp*, destinadas para produção de madeira e carvão e também como medidas compensatórias para a exploração da vegetação natural, provocadas pelo processo de industrialização.

Na categoria *Pastagem* (Cf. Figura 45), foram agrupadas as áreas onde a cobertura da terra é representada por gramíneas, plantas graminóides, ervas, arbustos e árvores dispersas. Sua representação equivale ao maior percentual de ocupação na bacia, tanto para o ano de 2002 (46%), quanto para o ano de 2009 (44,4%).

A categoria *Agricultura* refere-se às áreas de cultivos anuais (ciclo curto) e cultivos perenes. Nos cultivos anuais, as terras são preparadas para o plantio de culturas, como milho e soja (Cf. Figura 46), que são colhidas a cada ano e ocupam o terreno durante aproximadamente cinco meses, normalmente no período chuvoso (outubro a março). No período de estiagem (abril a setembro), essas áreas permanecem em repouso. As culturas perenes representam um ciclo de vida produtivo longo e ocupam a área por um ano ou mais, como a cultura do café e da cana-de-açúcar (Cf. Figura 47).

As categorias *Mancha Urbana* e *Influência Urbana* englobam as áreas de uso intensivo do solo ocupadas por edificações, como cidades, vilas, distritos, indústrias e etc. (Cf. Figura 48). Embora para este estudo, não tenham apresentado valores muito expressivos, se comparados à área total da bacia, é fundamental compreender a interferência que essas categorias exercem no ambiente, especialmente pelo fato de a área urbana de Sacramento estar totalmente inserida na BHRB.



Figura 44: Silvicultura presente no alto curso do Ribeirão Borá
Autor: FLORENCIO, B.A.B., 10/10/2008.



Figura 45: Área de pastagem localizada na região da Tapera, médio curso do Ribeirão Borá.
Autor: FLORENCIO, B.A.B., 10/10/2008.



Figura 46: Cultivo de milho no alto curso do Ribeirão Borá.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 13/11/2009.



Figura 47: Cultivo de cana-de-açúcar no alto curso do Ribeirão Borá.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 13/11/2009.



Figura 48: Trecho de área urbana presente no médio curso do Ribeirão Borá.
Autor: FLORÊNCIO, B.A.B., 10/10/2008.

Analisando a Tabela 21 e o Gráfico 04, observa-se que, no ano de 2002, o uso da terra e a cobertura vegetal na bacia apresentava-se assim distribuído: 9,5% de Mata Ciliar; 5,3% de Cerradão; 4,6% de Cerrado; 3,4% de Campo Sujo; 3,2% de Campo Rupestre; 0,7% de Campo Limpo; 1,8% de Silvicultura; 46% de Pastagem; 24% de Agricultura; 1,4% de Mancha Urbana e 0,1% de Influência Urbana.

No ano de 2009, a área encontrou-se ocupada por 8,3% de Mata Ciliar; 3,2% de Cerradão; 5,1% de Cerrado; 3% de Campo Sujo; 3,2% de Campo Rupestre; 0,6% de Campo limpo; 2,1% de Silvicultura; 44,4% de Pastagem; 28% de Agricultura; 1,8% de Mancha Urbana e 0,1% de Influência Urbana.

Tabela 21 – Uso da Terra e Cobertura Vegetal da BHRB (MG) - (2002 e 2009)

Uso da Terra e Cobertura Vegetal	2002		2009	
	Área		Área	
	Km ²	%	Km ²	%
Mata Ciliar	34	9,5	30	8,3
Cerradão	19	5,3	11	3,2
Cerrado	16,4	4,6	18,5	5,1
Campo Sujo	12	3,4	10,7	3
Campo Rupestre	11,5	3,2	11,5	3,2
Campo Limpo	2,3	0,7	2,3	0,6
Silvicultura	6,2	1,8	7,5	2,1
Pastagem	164,6	46	159	44,4
Agricultura	86	24	100	28
Mancha Urbana	5,3	1,4	6,3	1,8
Influência Urbana	0,4	0,1	0,4	0,1
Total	357,81	100,00	357,81	100,00

Fonte: Ortomosaico de 2002 e Imagem do satélite Landsat 5 de 2009.

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

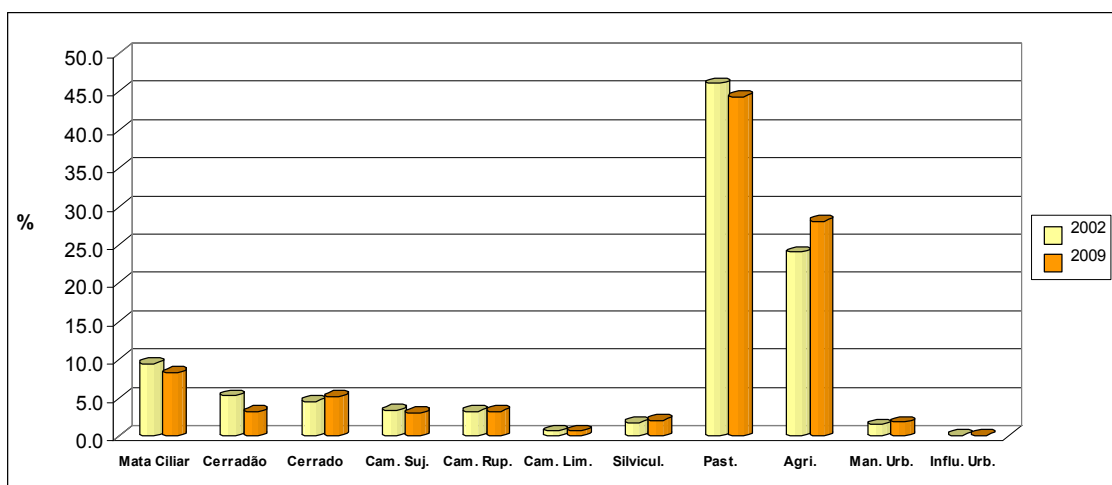


Gráfico 04: Distribuição das categorias de Uso da Terra e Cobertura Vegetal na BHRB (2002 e 2009)

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

O intervalo de tempo analisado para o uso da terra e cobertura vegetal (2002 e 2009) equivale a sete anos e o fato mais marcante que se percebe, neste período, é a quantidade de áreas que vêm, ao longo dos anos, sendo incorporadas pelas atividades antrópicas, reduzindo significativamente a vegetação natural da bacia.

Para Balsan (2006), a agricultura brasileira iniciou seu processo de modernização com a Revolução Verde³, na década de 1960, emergindo com novos objetivos e formas de exploração agrícola, transformando tanto a pecuária, quanto a agricultura. A referida autora comenta também que a expansão da “moderna” agricultura ocorreu concomitante à constituição do complexo agroindustrial, modernizando os meios de produção agrícola e gerando efeitos sobre o meio.

A região Centro-Sul do Brasil foi a que obteve maior expansão e modernização da agricultura, no entanto, esse processo foi repleto de controvérsias, atingindo somente algumas fases do ciclo produtivo e restringindo determinados produtores e regiões. De acordo com Balsan (2006, p.125), *“as transformações no campo ocorrem de maneira heterogênea, devido às políticas de desenvolvimento rural, que são eivadas de desigualdades e privilégios”*.

Desse modo, entende-se que a modernização da agricultura e pecuária no Bioma Cerrado foi definida com a efetivação dos padrões existentes na Revolução Verde. Segundo Matos; Pessoa (2003), ainda que as áreas de cerrado ofereçam características naturais para a expansão do capitalismo na agricultura, como abundância dos recursos hídricos, topografia plana, que favorece as técnicas de mecanização e solos com características químicas que podem ser corrigidas com a aplicação considerável de corretivos e fertilizantes, o padrão exigido pela Revolução Verde era o aumento da produtividade, sem qualquer tipo de empecilho.

Até então, não existiam questionamentos a respeito dos efeitos dessa modernização sobre a pressão dos recursos naturais e nem mesmo políticas de desenvolvimento que fossem concedidas respeitando os limites de áreas e os riscos quanto à manutenção da fauna e flora.

Portanto, em concordância com Brasil (1991) a região dos cerrados brasileiros segue os padrões de desenvolvimento da agricultura moderna e, atualmente, as atividades

³ A Revolução Verde refere-se à invenção e disseminação de novas sementes e práticas agrícolas que permitiram um vasto aumento na produção agrícola em países pouco desenvolvidos durante as décadas de 1960 e 1970.

agropecuárias, seja por área plantada ou aumento da produtividade, por meio da mecanização e adubação, têm sido responsáveis pela perda de solo fertilizado com a não-adoção de práticas conservacionistas ou pelo uso inadequado de equipamentos. Esse fato justifica-se com a seguinte afirmação de Brasil (1991, p.106):

Agravam esse processo a falta de conhecimentos dos potenciais e das limitações regionais por parte da nova população oriunda de outras regiões do país, a pouca expressividade das áreas conservadas sob controle do governo, a falta de um sistema de extensão/fiscalização florestal, a falta de uma ordenação territorial baseada nas potencialidades e limitações ecológicas, e a existência de políticas e incentivos conflitantes com a sustentabilidade do aproveitamento econômico dos recursos (BRASIL, 1991, p.106).

Esta elevada ocupação e expansão agrícola nas áreas de cerrado, iniciada na década de 1970, é resultante de um conjunto de programas que o Estado criou de maneira eficiente para torná-la possível e expandir áreas cultivadas com culturas de exportação. Nesse sentido, Pessôa, 1988 apud Carrijo, 2006 expõe que neste período foi criado o primeiro plano de desenvolvimento para o cerrado: o Programa de Crédito Integrado e Incorporação dos Cerrados – PCI, cujos maiores beneficiados foram os grandes e médios proprietários, devido às normas de empréstimos que favoreciam os maiores detentores de capitalização.

Desenvolveu-se paralelamente ao PCI, o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba – PADAP, outro programa estadual com o mesmo objetivo do PCI; o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados – POLOCENTRO e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro de Desenvolvimento Agrícola da região dos Cerrados - PRODECER⁴, ambos atuando em espera federal, beneficiando os grandes produtores através dos requisitos impostos para a obtenção do crédito (CARRIJO, 2006).

No caso da BHRB, o desenvolvimento econômico apresenta, segundo o Plano Diretor do município de Sacramento, no art. 17, a proposição da execução de uma política para

⁴ O PRODECER é um programa que foi idealizado em 1974, com o objetivo de estimular e desenvolver uma agricultura moderna na região do cerrado brasileiro. O mesmo foi instituído por meio de projetos de assentamentos dirigidos, com atuação de crédito supervisionado para empreendimentos fundiários. Apresenta caráter administrativo de direito privado, sendo coordenado por executivos brasileiros e japoneses, com co-patrocínio da Japan International Cooperation Agency (JICA).

o desenvolvimento rural, respeitando as peculiaridades locais e a promoção do bem-estar do homem que vive do trabalho da terra, mediante as seguintes diretrizes:

- I – estímulo à implantação de agroindústrias, em consonância com a política de desenvolvimento rural, com vista a agregar valor à produção;
- II – estímulo à organização participativa da população rural;
- III - nas comunidades rurais, garantia de:
 - a) infra-estrutura de abastecimento de água, energia elétrica, iluminação pública, serviços de limpeza e coleta de lixo, pavimentação de vias, transporte coletivo e telecomunicações;
 - b) equipamentos públicos para esporte e lazer e desenvolvimento econômico.

Percebe-se que a lei aponta para os princípios do desenvolvimento sustentável, fundamentados na “economia solidária”, preconizados na Agenda 21⁵ e reafirmados na Cúpula das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida em Joanesburgo/África do Sul, 2002. Isso porque, conforme Brasil (1991), o estilo de desenvolvimento adotado até o momento, pode ser caracterizado como, “ecologicamente predatório, socialmente perverso e politicamente injusto”.

Analisando o processo de uso e ocupação da bacia, nos Mapas 07 e 08, percebe-se que as áreas de mata ciliar e cerradão estão se tornando cada vez mais escassas, enquanto que as quantidades de terras ocupadas por silvicultura e agricultura estão em crescimento. Neste caso, destaca-se que a vegetação natural é essencial para cobertura do solo, pois evita o impacto das gotas de chuva, diminuindo a erosão laminar e a evaporação da água existente no solo.

É importante comentar também que as áreas de vegetação natural devem seguir as orientações da legislação ambiental. Sobre isso, a Lei nº. 13.047, de 17 de dezembro de 1998, que dispõe sobre o uso racional do cerrado nativo ou em estágio secundário de regeneração, em Minas Gerais, no seu art. 2º diz:

[...] respeitadas as áreas de preservação permanente e a reserva legal; a exploração de área de cerrado superior a 100 ha (cem hectares), para uso alternativo do solo na agricultura, fica condicionada à aprovação de plano de desmatamento e projetos específicos, nos quais será prevista a preservação de, no mínimo, 2% (dois por cento) de vegetação de cerrado, nativa ou secundária, e, em sua falta, a implantação, nessa mesma proporção, de faixas ou aglomerados de plantio correspondentes, intercalados com a cultura a ser desenvolvida.

No ano de 2009, em relação a 2002 (Cf. Tabela 21), a categoria cerrado apresentou-se em maior proporção que a categoria cerradão. Essa situação deve-se principalmente à

⁵ Agenda 21 é o documento elaborado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, na cidade do Rio de Janeiro/Brasil. Ela representa um conjunto de metas e compromissos, com recomendações práticas sobre como alcançar o desenvolvimento sustentável no século XXI.

intensa exploração que as áreas de cerradão têm sofrido em função da expansão agropecuária, que transforma as áreas de cerradão mais denso, mais arbóreo em áreas de cerrado mais espaçadas e com menor cobertura do estrato arbóreo.

Por meio da Tabela 21 e Gráfico 04, pode-se afirmar que a pastagem foi a categoria de maior ocupação na bacia, registrando respectivamente, 46% da área em 2002 e 44,4% em 2009. Esse fato pode ser atribuído à facilidade de cultivar pastagens em diferentes níveis de declividade. Na área de estudo, observou-se que, nos locais de relevo dissecado, a ocupação se dá de maneira predominante pela cultura de pastagens. Sobre isso, comenta-se também que a economia local é fortemente influenciada pela pecuária, destacando-se a pecuária leiteira.

Outra categoria de relevante destaque foi a agricultura, ocupando respectivamente 24% da área da bacia em 2002 e 28% em 2009. Estas informações permitem concluir que a influência antrópica é muito intensa na bacia e, também foi possível observar que a agricultura ocupa as áreas com declividades que vão de 0 a 13%, exigindo poucos recursos tecnológicos e baixo índice de mecanização.

As áreas ocupadas por silvicultura demonstram que houve um ligeiro aumento durante o período analisado, passando a ocupar de 1,8% em 2002 para 2,1% em 2009, indicando que houve uma diversificação econômica na bacia, com mais investimento na extração madeireira, especialmente, as de espécies introduzidas (pinus e eucalipto). Essas espécies são facilmente reflorestadas e adaptadas às condições de cerrado e, em muitos casos, localizam-se em áreas anteriormente desocupadas e em processo de degradação, podendo oferecer cobertura para o solo, mesmo que seja como medida compensatória. Apesar disso, muitos estudos indicam que em grandes áreas, a silvicultura pode exercer influência no microclima, regime hídrico e fauna da região (ROSA, 2003).

Quando se analisa a cobertura vegetal natural da bacia, percebe-se que a mesma vem se tornando cada vez mais escassa e atualmente (Cf. Tabela 21) menos de 25% de sua área, é composta pelas variações fisionômicas naturais do cerrado. Isto mostra que, tanto as áreas destinadas à Preservação Permanente (APPs), quanto as áreas de Reserva Legal, não estão em conformidade com a legislação ambiental.

A preservação da cobertura vegetal, tanto nas propriedades rurais, quanto na área urbana da bacia, é um fator importante para o equilíbrio ambiental e permanência dos recursos naturais renováveis. Neste sentido, entende-se que os processos de ocupação aceleram

os fatores que desencadeiam impactos ambientais, pois, ao se retirar a vegetação natural do ambiente, o solo torna-se exposto às intempéries climáticas, facilitando a ocorrência de processos erosivos e consequentemente empobrecendo e desvalorizando o solo.

6 ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM

Os resultados da pesquisa permitiram concluir que os impactos ambientais mais perceptíveis na bacia relacionam-se com o uso inadequado do solo, marcado principalmente pelo desmatamento da cobertura vegetal nativa que presente, em menor grau, pode desencadear uma série de problemas ambientais.

Portanto, é necessário considerar a qualidade do meio ambiente como fator determinante para o bem-estar social, sucesso das atividades econômicas e qualidade dos recursos ambientais. A Resolução CONAMA nº. 001/1986, em seu art. 1º, define impacto ambiental como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais.

O levantamento do meio físico da bacia leva a um entendimento de que a associação de uma formação geológica, constituída predominantemente por basaltos intercalados com o Arenito Botucatu e clima caracterizado pela presença marcante de duas estações do tipo Tropical Semi-Úmido, conduz à formação de solos predominantemente da classe dos Latossolos, que no geral, apresentam boa estrutura física para aproveitamento agrícola, exigindo apenas algumas correções de ordem química, como a adição de carbonato de cálcio (CaCO_3).

Esse quadro interage com um relevo em sua maior parte de formas planas, sem grandes ondulações, o que igualmente facilita o aproveitamento por projetos agrícolas e contribui para a manutenção dos recursos hídricos no subsolo.

Porém, é importante destacar que ao longo dos anos a cobertura vegetal nativa foi intensamente explorada na bacia, tanto na área urbana, quanto na área rural. No perímetro urbano, em função do desenvolvimento da cidade às margens do Ribeirão Borá, a cobertura vegetal mostra-se muito escassa, exigindo maiores cuidados com sua manutenção, e com a preservação dos recursos hídricos. Pois as águas da bacia são utilizadas para o abastecimento urbano, espaço onde estão mais vulneráveis à degradação de sua qualidade ambiental.

Seguindo esse conceito de autoajuste, pode-se considerar que alterações significativas na composição ambiental de certa porção da bacia de drenagem poderão afetar outras áreas. No caso do Ribeirão Borá, o lançamento de dejetos na parte central de sua bacia (área urbana) pode comprometer todo o sistema localizado à jusante. Tais aspectos devem ser levados em consideração no planejamento das formas de intervenção humana, mesmo que o interesse do planejador ou do poder público recaia sobre uma área restrita da bacia de drenagem.

As informações de uso da terra e cobertura vegetal juntamente com os parâmetros morfométricos, declividade e geomorfologia da bacia, serviram de base para indicar que a área apresenta um alto potencial agropecuário, o que se justifica também pelo fato de 70% de suas terras serem ocupadas pelas atividades antrópicas (pastagem e agricultura) em 2002, e 72,4% em 2009. Porém, é necessário destacar que essas atividades devem ser adequadamente planejadas e respeitar a legislação ambiental vigente, com a adoção de práticas conservacionistas que utilizam racionalmente as terras da bacia; como está proposto no item em sequência.

6.1 Classificação e Proposta de uso racional das terras da bacia

Para propor usos adequados e classificar as terras da bacia, optou-se pela adaptação da metodologia proposta por Lepsch et al. (1991), que é recomendada primordialmente para fins de planejamento e práticas de conservação do solo, em empresas, propriedades agrícolas ou em pequenas bacias hidrográficas.

Lepsch et al. (1991) explicam que a metodologia foi elaborada a partir de uma adaptação do sistema original utilizado nos Estados Unidos da América, descrito no trabalho de Klingebiel & Montgomery (1961); que é amplamente conhecido e divulgado no Brasil e em outros países tropicais.

O objetivo desta etapa da pesquisa é contribuir para o planejamento conservacionista da bacia, a partir do entendimento de que “o uso adequado da terra é o primeiro passo em direção à agricultura correta”, como expõem Lepsch et al. (1991). Para isso deve-se parcelar o uso da terra de acordo com sua capacidade de sustentação e produtividade econômica, aliado ao desenvolvimento sustentável. Sobre a capacidade de uso da terra, Lepsch et al. (1991, p.14) a definem como:

[...] a adaptabilidade para fins diversos, sem que haja depauperamento pelos fatores de desgaste e empobrecimento. A expressão encerra efeitos de condições do meio físico (incluindo o clima) na aptidão da terra para ser utilizada sem sofrer danos consideráveis por desgaste e empobrecimento, através de cultivos anuais, perenes, pastagem, reflorestamento ou vida silvestre (LEPSCH et al., 1991, p. 14).

A metodologia utilizada como base determina classes de níveis de capacidade de uso, considerando quatro níveis categóricos: grupo, classe, subclasse e unidade de capacidade de uso. O sistema de capacidade é definido por meio do confronto entre as classes de declive e unidades pedológicas. Neste estudo, optou-se por trabalhar com dois níveis categóricos: grupo e classe. O cruzamento, no *software Idrisi 32*, foi realizado entre o nível de declive e as unidades de relevo, devido ao melhor detalhamento do mapa geomorfológico em relação ao de classes pedológicas.

Os grupos de capacidade de uso constituem categorias de nível mais generalizado, estabelecidos com base na maior ou menor intensidade de uso das terras; são apresentados em ordem decrescente pelas letras maiúsculas A, B e C e respectivamente significam (LEPSCH et al., 1991):

- **Grupo A:** terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre; comportando as classes I, II, III e IV.
- **Grupo B:** terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre; compreendendo as classes V, VI e VII.
- **Grupo C:** terras não adequadas para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, porém apropriadas para proteção da flora e fauna silvestre, recreação ou armazenamento de água; abrangendo a classe VIII.

Segundo Lepsch et al. (1991), as classes de capacidade de uso são constituídas em grupamentos de terras apresentando o mesmo grau de limitação. São representadas em número de oito, convencionalmente designadas por algarismos romanos, em que a intensidade de uso é decrescente no sentido de I a VIII.

A definição das classes de capacidade de uso foi determinada com o cruzamento das variáveis do meio físico Declividade e Geomorfologia (Cf. Tabela 22). Para caracterizá-las levou-se em consideração o grau de complexidade das práticas conservacionistas; sendo que as mesmas foram estabelecidas de acordo com o nível de declive e as

unidades de relevo. Foram confirmadas, na bacia, as classes II, III, IV, V, VI, VII e VIII.

As classes II, III e IV pertencem ao Grupo A e foram agrupadas no intervalo de declive que varia entre 0 a 13%. Desse modo, na classe II agruparam-se as áreas que ocupam o relevo com Topo Plano e declividade de 0 a 13%. A classe III abrange as áreas de relevo Dissecado e Intensamente Dissecado, num intervalo de declive que varia entre 3 e 8%. Por último, a classe IV compreende os locais que variam entre 8 e 13% de declividade, no relevo Dissecado e Intensamente Dissecado.

As classes V, VI e VII pertencem ao Grupo B e todas estão localizadas no intervalo de declive que varia entre 13 a 20%. Assim, na classe V foram compreendidas as unidades de relevo com Topo Plano; na classe VI, as unidades de relevo Dissecado e na classe VII, as áreas de relevo Intensamente Dissecado.

Por último, o Grupo C que abrange a classe VIII, compreende as terras localizadas no intervalo de declive superior a 20%, em todas as unidades de relevo (Topo Plano, Dissecado e Intensamente Dissecado).

TABELA 22: Cruzamento das variáveis do meio físico da BHRB (Declividade X Geomorfologia)

Nível de Declive (%)	Unidades de Relevo (Geomorfologia)					
	Dissecado		Intensamente Dissecado		Topo Plano	
	km²	%	km²	%	km²	%
0 a 3	2,89	0,80	0,82	0,23	10,85	3,03
3 a 8	76,40	21,35	21,33	5,96	133,81	37,40
8 a 13	34,16	9,54	17,54	4,90	46,82	13,08
13 a 20	3,27	0,91	5,20	1,45	1,43	0,40
20 a 45	0,64	0,60	2,06	0,57	0,28	0,50
Total	117,38	32,80	46,95	13,12	193,22	54,00

Fonte: Mapas de Declividade e Geomorfologia da BHRB (Cf. Mapas 02 e 06)
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

Desse modo, foi possível estabelecer a área ocupada pelos grupos e classes de capacidade de uso (Cf. Tabela 23) e, por conseguinte, estabelecer a classificação das terras da bacia.

TABELA 23 - Área ocupada pelos grupos e classes de capacidade de uso na BHRB (MG)

GRUPO E CLASSE	ÁREA (Km ²)	%
GRUPO A	340,87	95,27
II	191,50	53,52
III	97,70	27,30
IV	51,67	14,45
GRUPO B	10,93	3,05
V	1,80	0,50
VI	3,95	1,10
VII	5,18	1,45
GRUPO C	6,01	1,68
VIII	6,01	1,68
TOTAL	357,81	100

Fonte: Mapas de Declividade e Geomorfologia da BHRB (Cf. Mapas 02 e 06)
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

- *Classificação das terras da bacia*

Após o cruzamento das variáveis Declividade e Geomorfologia, foi possível realizar a classificação das terras da bacia de acordo com o sistema de capacidade de uso proposto por Lepsch et al. (1991). Desse modo, as terras foram classificadas como:

- **Classe II** (terras apropriadas para culturas com práticas simples de conservação)

Pela análise da Tabela 23, observa-se que 53,52% das terras da bacia estão agrupadas na classe II, em áreas de relevo com Topo Plano, variando entre 0 e 13% de declividade. Esta classe apresenta limitação moderada para uso e está susceptível a risco também moderado de degradação. As terras são consideradas de boa qualidade e podem ser cultivadas desde que lhes sejam aplicadas práticas de fácil execução para conservação do solo. Com o manejo adequado do solo, espera-se que as culturas mais adaptadas à região, apresentem alta produtividade.

- **Classe III** (terras apropriadas para culturas com práticas intensivas e complexas de conservação)

Abrange terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação do solo. De acordo com a

Tabela 23, observa-se que esta classe ocupa 27,30% das terras da bacia. Por situarem em áreas de relevo dissecado e intensamente dissecado, essas terras devem ser cultivadas com cuidados especiais, pois apresentam problemas complexos de conservação do solo e estão sujeitas a severos riscos de depauperamento, principalmente, no caso de culturas anuais como o milho e a soja.

- **Classe IV** (terras cultiváveis de maneira limitada, com sérios problemas de conservação)

Pela Tabela 23, constata-se que 14,45% das terras da bacia ocupam essa classe, num declive superior a 8%, em áreas de relevo dissecado e intensamente dissecado, apresentando uma considerável susceptibilidade aos processos erosivos e exigindo maiores recursos tecnológicos para a mecanização agrícola. Nela, estão incluídas as terras que apresentam riscos ou limitações permanentes para serem cultivadas, especialmente, quando utilizadas para culturas anuais. Por esse motivo, aconselha-se que devem ser mantidas como pastagens, porém, podem ser indicadas para certos cultivos ocasionais, ou para determinadas culturas anuais ou perenes, desde que haja cuidados muito especiais.

- **Classe V** (terras apropriadas para cultivo de pastagens e reflorestamento sem necessidade de práticas especiais de conservação)

Essa classe ocupa 0,50% da área da bacia (Cf. Tabela 23), num intervalo de declive superior a 13%, em áreas de relevo com Topo Plano. Embora essa classe seja a de menor concentração na bacia, é importante destacar que devido às suas características físicas e ambientais, não são aconselhadas para as práticas agrícolas; pois o manejo do solo nesse intervalo de declive é mais complexo que o da classe IV e, por se situarem em áreas de relevo com topo plano, estão sujeitas a inundações periódicas e a processos erosivos do tipo escoamento pluvial laminar. Portanto, são mais bem empregadas para pastagens e reflorestamento, sem necessidades de práticas especiais de conservação.

- **Classe VI** (terras apropriadas para cultivo de pastagens e reflorestamento com prática simples de conservação)

De acordo com a Tabela 23, observa-se que essa classe abrange 1,10% das terras da bacia, em áreas de relevo dissecado com declive que varia entre 13 e 20%. Portanto, são impróprias para o cultivo, difíceis de ser mecanizadas e com grande susceptibilidade a processos de voçorocamento e ravinas, principalmente, nas áreas onde existe a cobertura cenozóica, constituída por material arenoso, que é muito friável e facilmente carregada pelas águas pluviais. No geral, são mais adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação. Podem ser cultiváveis, apenas, em casos especiais com algumas espécies permanentes protetoras do solo.

- **Classe VII** (terras apropriadas para cultivos de pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação)

Essa classe ocupa 1,45% das terras da bacia (Cf. Tabela 23), em áreas de relevo intensamente dissecado, com declive variando entre 13 e 20%. Devido à declividade excessiva e ao relevo fortemente dissecado, não podem ser utilizadas para as práticas agrícolas. São adaptadas somente para pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação.

- **Classe VIII** (terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento)

Observando a Tabela 23, percebe-se que essa classe ocupa 1,68% das terras da bacia, com nível de declive superior a 20% e presente em todas as unidades de relevo (Topo Plano, Dissecado e Intensamente Dissecado). O declive acentuado das vertentes impede qualquer tipo de utilização das terras. Devem servir, portanto, apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água.

- *Proposta de uso racional das terras da bacia*

No contexto geral, pode-se dizer que as terras da BHRB apresentam elevada potencialidade para uso econômico (95,27%). Contudo, é necessário enfatizar que o uso deve ser adequadamente planejado, conforme os critérios de capacidade de uso das terras, com procedimentos precisos de manejo e conservação do solo.

Para compreender melhor a distribuição das categorias de uso da terra e cobertura vegetal na bacia, de acordo com a declividade e as unidades de relevo e, por fim, propor

uma utilização racional de suas terras foi necessário realizar outros dois cruzamentos: Declividade X Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2009); e Geomorfologia X Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2009). Para tanto, utilizou-se o *software Idrisi 32* e quantificaram-se os usos de acordo com a declividade e a geomorfologia (Cf. Tabelas 24 e 25). Após o cruzamento destas informações, tornou-se possível compreender e analisar o processo de ocupação na bacia e recomendar usos mais apropriados.

Como observado na Tabela 24, a agricultura ocupou 21,2% das áreas com declives de 3 a 13%. Esta ocupação é decorrente do fato de estas áreas exigirem técnicas simples de conservação do solo, permitindo amplo aproveitamento das práticas agrícolas. Já a pastagem se distribuiu uniformemente na bacia, ocupando de maneira predominante os declives que variam entre 0 e 20%, ou seja, 43,49% deste intervalo de declive. Isto pode ser explicado pelo motivo de estas áreas possuírem um relevo que varia entre plano e ondulado, incidente de maneira mais intensa nos locais de relevo com Topo Plano (21,42%) e relevo Dissecado (18,74%) (Cf. Tabela 25), facilitando a pecuária, atividade que não exige grandes investimentos tecnológicos e pouca mecanização.

No entanto, analisando a Tabela 24, percebe-se que as atividades antrópicas (agricultura e pastagem) também ocupam as áreas com os maiores declives (20 a 45%), o que não é indicado, pois conforme determina a legislação ambiental, estes locais devem ser preservados ou destinados à reserva legal, além de serem impróprios para qualquer tipo de uso, segundo a classificação das terras no sistema de capacidade de uso.

Analisando os mapas de uso da terra e cobertura vegetal (2002 e 2009) (Cf. Mapas 07 e 08), observa-se que as áreas cobertas por mata ciliar estão encolhendo, sendo ocupadas por agricultura e pastagem. Se essas atividades não forem planejadas adequadamente, podem causar deterioração dos cursos d'água, além de não estarem em conformidade com a legislação ambiental.

Outra informação importante mostrada pela Tabela 24 diz respeito aos intervalos de declive que vão de 13 a 20%, em que não foi registrada a presença de silvicultura. Sobre isso, a classificação das terras da bacia determina que, neste intervalo de declive, existem problemas complexos de conservação do solo e ao invés de se utilizar as terras para agricultura, como está acontecendo, o ideal é cultivar pastagens ou reflorestamento.

TABELA 24 – BHRB: Área ocupada pelas categorias de uso da terra e cobertura vegetal (2009) de acordo com a declividade

Nível de Declive (%)	Área ocupada pelas categorias de uso da terra e cobertura vegetal (2009)																					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	Km²	%
0 a 3	1,32	0,37	0,76	0,21	0,89	0,25	0,37	0,10	0,42	0,12	0,08	0,02	1,81	0,51	29,09	8,13	11,89	3,32	1,41	0,39	0,01	0,00
3 a 8	10,64	3,07	2,34	0,65	2,86	0,80	3,83	1,07	9,62	2,69	2,11	0,59	4,16	1,16	71,47	19,97	41,96	11,73	3,38	0,94	0,36	0,10
8 a 13	13,71	3,67	3,56	0,99	10,07	2,81	2,85	0,80	1,05	0,29	0,18	0,05	1,55	0,43	28,49	7,96	33,87	9,47	1,36	0,38	0,01	0,00
13 a 20	3,79	1,06	4,81	1,34	3,85	1,08	2,93	0,82	0,32	0,09	0,00	0,00	-	-	26,58	7,43	9,08	2,54	0,17	0,06	-	-
20 a 45	0,54	0,15	-	-	0,83	0,23	0,78	0,22	0,09	0,02	-	-	-	-	1,73	0,48	0,88	0,25	-	-	-	-
Total	30,00	8,32	11,47	3,21	18,50	5,17	10,75	3,00	11,50	3,21	2,37	0,66	7,52	2,10	157,36	44,40	97,68	27,30	6,32	1,81	0,38	0,11

Nota: 1- Mata ciliar; 2- Cerradão; 3- Cerrado; 4- Campo sujo; 5- Campo rupestre; 6- Campo limpo; 7- Silvicultura; 8- Pastagem; 9- Agricultura; 10- Mancha Urbana; 11-Influência Urbana; (-) ausência da categoria.

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2010.

TABELA 25 – BHRB: Área ocupada pelas categorias de uso da terra e cobertura vegetal (2009) de acordo com a geomorfologia

Geomorfologia	Área ocupada pelas categorias de uso da terra e cobertura vegetal (2009)																					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	Km²	%
Dissecado	20,02	5,53	10,46	2,92	8,11	2,15	3,27	0,61	0,16	0,04	2,29	0,64	1,01	0,28	65,52	18,74	8,51	4,61	1,09	0,02	0,24	0,07
Int. Dissecado	6,12	1,71	0,46	0,12	7,38	1,98	6,48	2,19	11,13	3,11	-	-	-	-	15,55	4,22	4,37	1,66	-	-	-	-
Topo Plano	3,85	1,07	0,55	0,17	3,74	1,04	1,00	0,28	0,21	0,06	0,08	0,02	6,51	1,82	76,29	21,42	84,32	21,03	5,23	1,79	0,14	0,04
Total	30,00	8,32	11,47	3,21	18,50	5,17	10,75	3,00	11,50	3,21	2,37	0,66	7,52	2,10	157,36	44,40	97,68	27,30	6,32	1,81	0,38	0,11

Nota: 1- Mata ciliar; 2- Cerradão; 3- Cerrado; 4- Campo sujo; 5- Campo rupestre; 6- Campo limpo; 7- Silvicultura; 8- Pastagem; 9- Agricultura; 10- Mancha Urbana; 11- Influência Urbana; (-) ausência da categoria.

Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2010.

A cobertura vegetal, de modo geral, está diminuindo gradativamente (Cf. Tabela 21). Observando a Tabela 24, verifica-se que nas áreas com declive entre 20 e 45%, não existe a presença de cerradão, apenas uma pequena porcentagem de mata ciliar. Destaca-se que, nestes locais com declividade excessiva, o ideal é resguardar a vegetação natural para proteção das encostas e contenção de processos erosivos.

O cruzamento das informações de geomorfologia e uso da terra e cobertura vegetal (2009) apontou, conforme explicitado na Tabela 25, que a agricultura e a pastagem estão sendo cultivadas em todas as unidades de relevo. E contrariando a lógica de ocupação do espaço, 6,27% da agricultura encontra-se em áreas de relevo dissecado e intensamente dissecado. Esta ampla ocupação pela agricultura em áreas, inclusive de relevo intensamente dissecado, pode ser explicada pela modernização da agricultura iniciada na década de 1970 que faz uso de diversos aparatos tecnológicos para superar as dificuldades de se cultivar em áreas de relevo acidentado.

Outra explicação para a ocupação destas áreas deve-se à associação dos fatores pedológicos, geológicos e climáticos que possibilitam tal situação. Sobre isso, sabe-se que, na bacia, o relevo Intensamente Dissecado encontra-se nas vertentes recobertas por mata semi-decídua, onde os rios entalham o basalto e as rochas do grupo Araxá, formando solos férteis, originários do material detrítico de alteração do basalto com muitos canais pluviais. E, apesar de ser um relevo bastante susceptível à ação de processos erosivos, apresenta solos mais resistentes se comparados ao relevo Dissecado.

Ainda em relação à expansão das atividades agrícolas na bacia, percebe-se que está ocorrendo mais pronunciadamente a entrada da cana-de-açúcar no setor oeste, na divisa do município de Sacramento com Conquista, que tem este cultivo como maior destaque de sua economia. Neste caso, entende-se que está havendo um “avanço” de Conquista para a bacia do Ribeirão Borá, demonstrando que a bacia não é a unidade de planejamento; ela representa uma delimitação física, mas não pode ser utilizada única e exclusivamente como unidade de planejamento.

Alguns fatores, em conjunto, podem ser utilizados para explicar a presença da cana-de-açúcar na bacia. No setor oeste, onde a cana encontra-se em maior proporção, a presença do Latossolo Vermelho Acriférico (LVwf – 60,1% da área) contribui satisfatoriamente para sua implantação, pois, esse tipo de solo, classificado anteriormente como Latossolo Roxo Distrófico, desenvolve-se a partir do material

oriundo do intemperismo de rochas da formação Serra Geral, principalmente o basalto, apresentando uma composição mineralógica e nutricional adequada para as práticas agrícolas. O relevo não apresenta dificuldades para ser manejado, pois predominam as formas que variam entre o plano e suave ondulado.

Além da questão física, o que parece melhor explicar a presença da cana-de-açúcar na bacia são as mudanças ocorridas na economia mundial. Conforme salientam Martins et al. (2008), a liberalização de mercados e a formação de blocos econômicos têm exigido que países em desenvolvimento, como o Brasil, acompanhem as transformações que se referem à busca por produtos diferenciados e de maior qualidade, para ampliar a competitividade de seus produtos no mercado internacional.

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mercado internacional (31% da produção mundial) e também o maior exportador, responsável por mais de 38% do comércio (AGRIANUAL, 2006 apud MARTINS et al., 2008). Em Minas Gerais, a região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba apresenta bom desempenho no setor canavieiro, especialmente, o município de Conquista que, em 2006, segundo a Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de Minas Gerais, foi responsável por 68% da produção canavieira do Estado.

Para Martins et al. (2008), esta alta produtividade da cana-de-açúcar na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, deve-se:

[...] ao elevado nível tecnológico, equiparável ao encontrado nos Estados de São Paulo e Paraná. Maior parte da colheita é mecanizada; no transporte, a utilização de transbordos é cada vez mais comum; a localização é privilegiada e, além de situar-se perto dos grandes centros consumidores do país, fica perto de importantes centros de pesquisas, como a Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Viçosa e, Universidade Federal de São Carlos, que estudam intensamente o setor canavieiro (MARTINS et al., 2008).

Este processo de evolução do sistema capitalista, em meio ao desenvolvimento de recursos tecnológicos cada vez mais avançados, tem transformado as paisagens brasileiras em ambientes exageradamente antropogenizados. Destaca-se que, na análise geossistêmica, o uso do espaço deve ser realizado, segundo as características integradas da paisagem, associando-se às condições físicas, humanas e biológicas do ambiente.

Portanto, ao observar a Tabela 25, verifica-se, na bacia, uma reduzida quantidade da cobertura vegetal natural (23,57% - categorias 1, 2, 3, 4, 5 e 6) distribuída entre todas as unidades de relevo; sendo que a categoria “campo limpo”, além de pouco incidente

(0,66%), não foi diagnosticada na unidade de relevo Intensamente Dissecado. A categoria “cerrado” apresentou uma pequena concentração nas áreas de relevo com Topo Plano (1,04%), o que pode ser justificado em função do processo histórico de ocupação da bacia. A base econômica sempre foi a agricultura, porém, no período entre 1940 até fins de 1970, a ocupação era espalhada e as terras mais valorizadas incidiam-se sobre relevo suavemente ondulado, com pouca inclinação (3 a 8%), recoberto por espécies que identificam a fertilidade e a valorização destes locais; como o Angico, a Aroeira e o Ipê. Cultivava-se mais pronunciadamente milho, arroz, feijão, café e soja.

Neste período, as áreas de topo plano no cerrado não eram valorizadas sob o ponto de vista econômico, pois apesar de incidentes em áreas aplainadas, apresentam solos ácidos, quimicamente empobrecidos. Portanto, a vegetação se resguardava em suas variadas fisionomias, desde campos limpos até cerradões e o uso era feito apenas pela pecuária extensiva, sem grandes exigências para o manuseio do solo.

A partir da década de 1980, as áreas de “chapadão” (Topo Plano) passaram por um processo de valorização e intensa ocupação. Devido à modernização da agricultura subsidiada por programas governamentais, os problemas relativos à constituição química dos solos resolveram-se com a considerável aplicação de corretivos e fertilizantes. Desse modo, a vegetação natural foi rapidamente devastada, sendo substituída pela monocultura da soja e, em algumas áreas pela silvicultura.

A fraca incidência da categoria “mata ciliar” nas áreas de relevo com Topo Plano (1,07%) e Intensamente Dissecado (1,71%) (Cf. Tabela 25), demonstram que a vazão do Ribeirão Borá pode ficar comprometida, pois com o processo de ocupação das margens, que foram descampadas em função da agricultura e da urbanização, a tendência é a diminuição na produção de água.

O desmatamento, apontado como o impacto ambiental mais grave da bacia, pode ser o maior responsável pela deterioração dos recursos hídricos. Com o crescimento da cidade de Sacramento e aumento das terras agricultáveis, muitas nascentes foram destruídas; mostrando que até o momento não houve preocupação com a manutenção das Áreas de Preservação Permanente. Portanto, a aplicação das leis ambientais deve ser efetiva, especialmente em relação à proteção das nascentes e olhos d’água. Segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº. 4.771/1965), neste caso é necessário resguardar um raio de 50 metros para proteção e manutenção dos mananciais.

6.2 Recomendações de práticas conservacionistas

Após analisar o uso e ocupação da bacia e estabelecer a classificação de suas terras, de acordo com o sistema capacidade de uso, recomendam-se práticas conservacionistas que podem contribuir de maneira satisfatória para a agricultura sustentável e para o equilíbrio ambiental. Desse modo, conforme propõem Lepsch et al. (1991), apresentam-se a seguir as práticas gerais de manejo adequado a cada classe de uso estabelecida na bacia:

Classe II – terras próprias para culturas com práticas simples de conservação, como plantio e cultivo em nível; culturas em faixas e manutenção ou melhoramento das condições físicas do solo (Ex: rotação com culturas de raízes profundas ou com grande quantidade de matéria residual); plantio direto (sem aração) e aplicação de fertilizantes e corretivos (Ex: adubação e calagem em função do solo e cultura). Essas recomendações podem garantir que as culturas de maior participação na bacia, como o milho e a soja, apresentem uma alta produtividade.

Classe III – são terras aptas para culturas, mas com práticas intensivas e complexas de conservação, pois incidem sobre áreas de relevo dissecado e intensamente dissecado, com inclinação variando entre 3 e 13%. Nesse caso, podem ser utilizadas para pastagem, reflorestamento e culturas anuais e perenes; porém, culturas anuais como milho e soja representam problemas complexos para essas terras, colocando-as sujeitas a severos riscos de depauperamento. Recomenda-se o plantio e cultivo em nível aliado a culturas em faixas e/ou terraceamento; plantio direto; aumento da proporção de culturas densas nos planos de rotação; adubação e calagem.

Classe IV – são terras cultiváveis de maneira limitada, com sérios problemas de conservação por se situarem em áreas de relevo dissecado e intensamente dissecado, com declive que varia entre 8 e 13%. Aconselha-se que devem ser mantidas como pastagens, pois apresentam grande susceptibilidade aos processos erosivos; porém, podem ser utilizadas para culturas anuais ocasionais, alguns cultivos perenes ou culturas em rotação com pastagens e florestas. Para tanto, como práticas conservacionistas, recomenda-se o controle de sulcos de erosão ou de pequenas voçorocas; o preparo do terreno de acordo com a cultura a ser implantada (covas e sulcos); plantio e cultivo em

nível; terraceamento (base média, estreita ou patamares); adubação e calagem para correção do solo e melhoria das condições físico-químicas do solo (incorporação de matéria orgânica).

Classe V – são terras próprias para o cultivo de pastagens e reflorestamento, sem exigências de práticas especiais de conservação. Como essas áreas incidem sobre um relevo com Topo Plano, variando entre 13 e 20% de declividade, recomenda-se que, nos locais sustentados pela Formação Marília, seja feita a subsolagem; remoção ou amontoa de pedras; calagem e adubação e cultivo com árvores de sombreamento. Quando o local for sustentado pela Formação Serra Geral, se houver problemas com inundações periódicas, recomenda-se a escolha por espécies adaptadas a terrenos encharcados e, desobstrução de drenos naturais.

Classe VI - terras apropriadas para cultivo de pastagens e reflorestamento com prática simples de conservação, localizadas nas áreas de relevo dissecado e intensamente dissecado, com declive que varia entre 13 e 20%. São impróprias para o cultivo, pois apresentam grande susceptibilidade a processos de voçorocamento, principalmente, nos locais incidentes sobre a cobertura cenozóica. Portanto, como práticas de conservação recomenda-se que sejam utilizadas para pastagens e/ou reflorestamento, praticando-se cuidados especiais no preparo do solo (solos rasos, com pedras); plantio de forrageiras de vegetação densa; controle dos sulcos e das voçorocas; sulcos em nível e, controle do pisoteio e pastoreio.

Classe VII – para as terras apropriadas a cultivos de pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação, recomendam-se as mesmas medidas conservacionistas estabelecidas para a Classe VI, porém com maiores cuidados. No caso da pastagem, a reforma e a semeadura trarão bons resultados. Para conservar as áreas cobertas por floresta natural, recomenda-se a interdição do gado; proteção contra o fogo; desbaste dos indivíduos de qualidade inferior; introdução de novas espécies; corte seletivo para aproveitamento de algumas árvores de madeira útil, sem destruição completa da floresta; e conservação das florestas protetoras. Quanto às florestas cultivadas por espécies exóticas, recomendam-se cuidados especiais no preparo do solo; escolha das essências florestais de acordo com as condições pedológicas, climáticas e da finalidade visada; plantio em contorno; replantio das falhas; interdição do gado no desenvolvimento inicial; proteção contra insetos; e proteção contra o fogo.

Classe VIII – corresponde às terras não agricultáveis, localizadas nas áreas com declive superior a 20%. Por esse motivo, merece atenção especial para evitar possíveis prejuízos econômicos e ambientais. Como medida conservacionista recomenda-se a preservação das florestas protetoras de mananciais; refúgio de fauna silvestre; recreação; açudagem; criação de peixes, rãs etc.

As recomendações de práticas conservacionistas referem-se às técnicas de manejo geral que se trabalhadas de maneira adequada e com a efetiva aplicação da legislação ambiental, podem contribuir para o desenvolvimento econômico, conservação das terras da bacia e dos recursos naturais como um todo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O equilíbrio na relação entre homem/natureza é, com certeza, um dos grandes desafios da atualidade. O papel do planejamento ambiental é contribuir para que os efeitos dessa relação sejam positivos, de modo que a questão ambiental, complexa e dinâmica, seja compreendida e trabalhada sob a ótica da sustentabilidade.

A análise geoambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá possibilitou um entendimento sobre a organização econômica, ambiental e espacial da bacia. No entanto, verifica-se a necessidade da gestão e do planejamento ambiental para estabelecer critérios no processo de uso e ocupação do espaço, proporcionando um equilíbrio entre preservação ambiental e desenvolvimento econômico.

Nesse sentido, a *Teoria Geossistêmica*, utilizada como metodologia para realizar a análise geoambiental da bacia, torna-se eficiente, pois analisa a paisagem de forma integrativa com a combinação de seus potenciais ecológicos (clima, geomorfologia e hidrologia), da exploração biológica (seres vivos e o solo) e das ações humanas.

A utilização das técnicas de geoprocessamento foi fundamental para se atingir os objetivos da análise geoambiental, especialmente, por meio de análises de fotografias aéreas e imagens de satélite, que contribuíram de maneira satisfatória para compreender a estruturação da paisagem, analisá-la de forma integrada e formular propostas sustentáveis para melhor aproveitamento das potencialidades da bacia.

Houve dificuldades para realizar fielmente a análise geoambiental a partir da teoria geossistêmica, pois em função da carência de material cartográfico elaborado em escalas maiores para a área de estudo, alguns mapas apresentaram-se de maneira mais generalista que outros, dificultando a sobreposição cartográfica.

No entanto, adaptou-se a proposta metodológica de Lepsch et al. (1991), a partir da carta geomorfológica (maior nível de detalhamento) e de declividade da bacia, chegando a resultados satisfatórios para classificar e propor o uso racional de suas terras e entender a dinâmica da paisagem associada às diversas formas de uso.

Desse modo, comprovou-se que a bacia apresenta boa potencialidade para aproveitamento econômico, mais de 90% de suas terras são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre. Enfatizando-se

que o uso deve ser adequadamente planejado, conforme os critérios de capacidade de uso das terras, com procedimentos precisos de manejo e conservação do solo.

Os levantamentos de uso da terra e cobertura vegetal (2002 e 2009) mostraram que as terras da bacia são intensamente utilizadas para fins antrópicos, especialmente, para as atividades agropecuárias, base econômica da bacia. Em ambos os anos analisados, a maioria das terras foram utilizadas para pastagem, especialmente como suporte para a pecuária leiteira (46% em 2002; e 44,4% em 2009), que tem grande destaque na economia local, produzindo cerca de 280.000 litros/dia. A agricultura correspondeu à segunda categoria de maior presença na área (24% em 2002; e 28% em 2009), com ênfase para os cultivos da soja, milho, cana-de-açúcar, café e batata.

A análise dos dados termo-pluviométricos demonstraram que existe uma uniformização do regime pluviométrico da bacia, com distribuição regular das precipitações durante o período chuvoso, favorecendo o desenvolvimento das culturas de ciclo curto, como a soja e o milho.

Os índices anuais de deficiência hídrica apresentaram baixos valores, significando que a disponibilidade de água na bacia, ao longo do ano, é um dos fatores elementares para as culturas permanentes (como o café, a banana e a cana-de-açúcar), não havendo grande necessidade de praticar a irrigação.

O formato alongado da bacia, os altos valores de sinuosidade e de declividade média, juntos, revelaram que a área não apresenta tendências para a ocorrência de enchentes. E o cálculo de vazão específica média confirmou que a oferta de água no interior da bacia é suficiente para suprir suas atividades econômicas durante o ano, mas com algumas restrições durante o período seco.

Entretanto, é necessário ressaltar a importância da atuação de um sistema de gestão dos recursos hídricos que colabore com a sua preservação por meio do desenvolvimento de atividades compatíveis com a realidade da bacia.

O Ribeirão Borá e seus afluentes devem ser protegidos, pois a cidade de Sacramento depende diretamente da qualidade e da quantidade das águas por eles fornecidas; principalmente, para abastecimento público e pelo fato de serem lançados efluentes químicos e domésticos na área central da bacia.

Foi observado que a área próxima à nascente do ribeirão está sendo ocupada por atividades agrícolas, devido à maior altitude e ao relevo predominantemente plano.

Essas atividades poderão, com o passar do tempo, sem planejamento adequado, causar impactos à jusante do ribeirão e comprometer o abastecimento de água na cidade.

Nesse sentido, é importante destacar que, ao longo dos anos, a cobertura vegetal nativa foi intensamente explorada, tanto na área urbana, quanto na área rural da bacia. No perímetro urbano, em função do desenvolvimento da cidade às margens do Ribeirão Borá, a cobertura vegetal apresentou-se bastante escassa, exigindo maiores cuidados para sua manutenção e preservação dos recursos hídricos.

A diminuição da cobertura vegetal densa como a mata ciliar e o cerradão pode causar a deterioração de todo o sistema hídrico. Sobre isso, recomenda-se a efetiva aplicação das leis ambientais, como o Código Florestal Brasileiro (Lei nº. 4.771/1965) e a lei de Uso Racional do Cerrado em Minas Gerais (Lei nº. 13.047/1998) para garantir o respeito às Áreas de Preservação Permanente e de Reserva legal.

Aconselha-se que sejam implantadas áreas experimentais na bacia com o intuito de conhecer o funcionamento do sistema e que ainda seja realizado um zoneamento ambiental, com a proposta de retrocesso da agricultura para as áreas em que realmente ela deve ser trabalhada, em conjunto com a reconstituição da vegetação nativa.

Ao contextualizar a realidade socioeconômica do município de Sacramento, o de maior representatividade espacial na bacia (88,83% da área), constatou-se que ele possui PIB elevado, um dos melhores em relação às cidades de pequeno porte da região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Isto é importantíssimo para destacar a capacidade do município em gerenciar e planejar com precisão as atividades que exercem grandes impactos na sua bacia hidrográfica de maior relevância.

As atividades relacionadas ao turismo ecológico mostraram-se como grande possibilidade para o desenvolvimento sustentável da região, pois a bacia é dotada de muitos atrativos turísticos, como Gruta dos Palhares e Museu Histórico de Sacramento; além de ser rota para o Parque Nacional da Serra da Canastra e Chapadão do Bugre.

Uma alternativa para evitar o mau uso das terras da bacia e a diminuição na intensidade da agricultura, em áreas que não são apropriadas, relaciona-se com o grande potencial para aproveitamento da agricultura familiar; pois mais de 90% das propriedades rurais que existem na bacia são pequenas (menos de 140 hectares). Sugere-se como alternativa aos pequenos produtores, a opção pelo cultivo orgânico em relação às práticas tradicionais, pois, além de ser uma tendência mundial, ecologicamente correta e

economicamente viável, o retorno do investimento é garantido; existe uma grande variedade de culturas (banana, café, cana-de-açúcar, hortaliças, ervas aromáticas, etc) que podem ser trabalhadas. Essa possibilidade tende a tornar a produção da bacia independente dos produtos que não são cultivados na região.

As áreas de Reserva Legal também apresentam benefícios econômicos e sociais com a conservação e manejo sustentável dos recursos naturais. Para o proprietário rural é vantajoso possuir a reserva, pois ele pode utilizá-la para garantir proteção ao solo contra a erosão e perda de nutrientes, diminuir o valor pago do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) e estar em conformidade com a legislação ambiental. Aquino; Oliveira (2006) confirmam muitas formas de aproveitamento sustentável das espécies do Bioma Cerrado presentes na Reserva Legal. Entre eles, aproveitamento alimentar das frutas nativas; uso da flora medicinal do cerrado; produção de mudas e plantas nativas; criação e manejo de fauna silvestre; apicultura e turismo ecológico.

É dever do poder público trabalhar a favor do desenvolvimento econômico com qualidade ambiental da região. Sobre isso, comenta-se que em determinado momento da pesquisa, concluiu-se que a “bacia hidrográfica” não pode ser utilizada exclusivamente como unidade de planejamento; pois com a expansão das atividades realizadas no município de Conquista em direção à bacia do Ribeirão Borá, percebeu-se que a bacia é um recorte natural do espaço, mas quando ela ultrapassa seus limites territoriais, tornam-se complexas as relações estabelecidas em sua área de influência. Santos (2004, p.42) explica essa questão com a seguinte afirmação:

[...] quando a bacia hidrográfica torna-se o espaço das funções urbanas e do campo, a complexidade aumenta, pela diversificação de produtores e consumidores, pelo aumento das relações intrínsecas e pela sua dependência de fontes externas, criando uma malha que, comumente, transcende o território da bacia (SANTOS, 2004, p.42).

Indiscutivelmente o planejamento ambiental representa a opção mais adequada para conseguir aliar a função da terra aos “desejos” da sociedade. Visto dessa forma, entende-se que o ato de planejar visa à mudança, à transformação ordenada de uma determinada realidade para conseguir atingir uma boa qualidade de vida.

Por último, destaca-se que esta pesquisa é apenas um ponto de partida para que estudos futuros possam ser realizados, considerando-se o envolvimento entre o poder público, a comunidade local e a iniciativa privada, de modo que as ações propostas beneficiem a integridade das paisagens da bacia, a vocação da terra e o desenvolvimento econômico.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- ADÁMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L.G.; NETTO, J.M. Caracterização da região dos cerrados. In: **Solos dos cerrados**: tecnologias e estratégias de manejo / Wenceslau J. Goedert (editor). São Paulo: Nobel; Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1985. 422 p.
- ALMG. ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS – **Dados do município de Conquista**. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br/munmg/m3504.asp>>. Acesso: dezembro de 2009.
- AMORIM, R.R.; OLIVEIRA, R.C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. In: **Sociedade & Natureza**. Universidade Federal de Uberlândia, nº. 20 (2), ano 2008. Páginas 177-198.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Glossário**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/ProjIntegrSF/EstudoImpactoAmbiental/EIA%20Consolidado%20Item%2016%20Gloss%20rio.pdf>>. Acesso: dezembro de 2008.
- _____. **Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB/ANA)**. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso: março de 2010.
- ANDERSON, L. O et al. Utilização de dados multitemporais do sensor MODIS para o mapeamento da cobertura e uso da terra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia, **Anais...** Goiânia, 2005. p. 3.443-3.450.
- AQUINO, F.G.; OLIVEIRA, M.C. **Reserva legal no Bioma Cerrado**: uso e preservação. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 25p.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas** - aplicações na Agricultura. Brasília: EMBRAPA, 1993. 2ª edição. 434p.
- ASSUNÇÃO, W.L. **Climatologia da cafeicultura irrigada no município de Araguari (MG)**. 266 folhas. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, 2002.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**; tradução de Maria Juraci Zani dos santos. 6ª edição. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332 p.

BACCARO, C.A.D. Estudos geomorfológicos do município de Uberlândia e áreas adjacentes. In: **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n1, p. 9 -16. Junho, 1989.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. In: **CAMPO-TERRITÓRIO**: revista de geografia agrária, v.1, nº. 2, p. 123-151. Agosto de 2006. Disponível em: <http://www.miniweb.com.br/Geografia/artigos/agricultura/mod_agricola.pdf>. Acesso: fevereiro de 2010.

BARBOSA, Cláudio Clemente Faria. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. 1997. 150 folhas. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos/SP. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/banon/1998/05.07.15.37/doc/index.html>>. Acesso: fevereiro de 2010.

BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C.; CUNHA, C.A.B.R. **Geologia da região do Triângulo Mineiro**. República Federativa do Brasil. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral/Divisão de Fomento da Produção Mineral. Boletim nº. 136. Rio de Janeiro, 1970. 140 p.

BELTRAME, A. da. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis. Ed. Da UFSC, 1994. 112p.

BERTONI, J.; LOMBARD NETO, F.L. **Conservação do solo**. São Paulo. Ed. Ícone, 2005. 5ª ed. p. 355.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de geografia, **Cadernos de Ciências da Terra**, (13) p. 1-27. 1971.

BRASIL. Presidência da República. O desafio do desenvolvimento sustentável. In: **Relatório do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília: CIMA, 1991.

CÂMARA, G., CASANOVA, M.A., HEMERLY, A.S., MAGALHÃES, G.C., MEDEIROS, C.M.B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. CAMPINAS: UNICAMP/Instituto de Computação, 1996. 197p.

CÂMARA, G. DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G. DAVIS, C; MONTEIRO, M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2001. Cap. 1, P. 1- 5. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso: abril de 2009.

CÂMARA, G. DAVIS, C; MONTEIRO, M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso: abril de 2009.

CARRIJO, B.R. Modernização agrícola e impactos sócio ambientais em áreas de cerrado. In: **Scientia Agrária Paranaensis**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon. V.5, nº. 2, 2006. P. 47-56.

CARVALHO, M.S; PINA, M.de. F; SANTOS, S.M.dos. **Conceitos básicos de Sistema de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à Saúde**. Brasília: Organização Panamericana da Saúde/Ministério da Saúde, 2000, 124p.

CASSETI, Valter. **Ambiente de apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147 p.

CBH GD–8. Comitê de Bacias Hidrográficas do baixo Rio Grande. Água é vida. In: **CBH Baixo Rio Grande**. Disponível em: <http://www.cmcarneirinho.mg.gov.br/downloads/ap_comite_gd_8.pdf>. Acesso: março de 2008.

CECÍLIO, R.A e REIS, E.F. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas**. Alegre, ES: Centro de Ciências Agrárias e Departamento de Engenharia Rural, 2006. P. 6-9.

CETEC. **Fundação Centro Tecnológico: diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais (série de publicações técnicas)**. Belo Horizonte, 1983. 1 v., 158 p.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999. 236 p.

_____. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec/EDUSP, 1979. 106 p.

CONTI, José Bueno. “Resgatando a fisiologia da paisagem”. In: **Revista do Departamento de Geografia da USP**. Universidade de São Paulo, nº. 14, ano 2001. Páginas 59-68.

CPRM. **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais** / Serviço Geológico do Brasil. Mapa de Geologia do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download>>. Acesso: novembro de 2008.

DANTAS et al., 2008. **Geodiversidade no Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e preservar o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EVANGELISTA, F.S.M.; LIMA, E.C. Análise geoambiental do vale do riacho Boqueirão Sobral/CE. In: **Revista Homem, Tempo e Espaço**. Ceará/Centro de Ciências Humanas/CCH, 2007. Páginas 1-18. Disponível em: <http://www.uvanet.br/rhet/artSet2007/analise_geoambiental_fe.pdf>. Acesso: agosto de 2009.

FARIA, M. E. de. Agricultura moderna, cerrados e meio ambiente. In: DUARTE, L. M. G.; BRAGA, M. L. de S. (Org.). **Tristes cerrados**: sociedade e biodiversidade. Brasília: Paralelo 15, 1998. P.16-147.

FERREIRA, D., ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar sobre o regime pluviométrico no município de Sacramento (MG). In: **III Simpósio Regional de Geografia**: "Cultura e Meio Ambiente das Gentes do Cerrado". Uberlândia/MG, 2004. P.01-07.

FJP. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (Governo de Minas Gerais) – **Atlas de Desenvolvimento Humano (2000)**. Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br/>>._Acesso: dezembro de 2009.

GEOMINAS. **Geoprocessamento em Minas Gerais**: programa integrado de uso da tecnologia de geoprocessamento pelos órgãos do Estado de Minas Gerais. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.geominas.mg.gov.br/dit_desktop/kit3/paginas/mapas/solo.html>. Acesso: outubro de 2008.

GUERRA, A. J. T. e CUNHA, Sandra B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso: agosto de 2008.

IGAM. Instituto Mineiro das Águas. **Outorga de direito dos recursos hídricos**.
Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/outorga>>. Acesso: janeiro de 2010.

_____. **Requerimentos de outorga**. Disponível em:
<<http://aguas.igam.mg.gov.br/requerim.php>>. Acesso: janeiro de 2010.

KING, L. C. A geomorfologia do Brasil Oriental. In: **Revista Brasileira de Geografia**.
Ano XVIII (2), 1956. Páginas 147-265.

LEIS, CÓDIGOS E RESOLUÇÕES:

- Lei nº. 4.771/1965 – **Código Florestal Brasileiro**
- Lei 7.083/1989 – **Regulamenta o artigo 2º do Código Florestal Brasileiro**
- Lei nº. 9.433/1997 – **Política Nacional dos Recursos Hídricos**
- Lei nº. 1.020/2006 - **Plano Diretor de Sacramento**
- Lei nº. 13.199/1999 - **Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas**: PDRH (Minas Gerais)
- Lei nº. 001/1986 - **Resolução CONAMA**
- Lei nº. 13.047/1998 - **Dispõe sobre o “Uso racional do cerrado nativo ou estágio secundário de regeneração em Minas Gerais”**
- Resolução nº. 32/2003 - **Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)**

LEPCH, I.F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª. Aproximação, 2ª. Impressão revisada. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

LIBAULT, C.O.A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**. Métodos em questão.
São Paulo: USP/IG, 1971.

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. da.; SILVA, F.A.M. da.; MÜLLER, A.G.; SANO, E.E.
Variabilidade espaço-temporal da vazão específica média no Estado de Goiás. In: **IX Simpósio Nacional do Cerrado: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Brasília, DF. 2008. P. 1-6.

LIMA, Walter de Paula. **Apostila de Introdução ao manejo de bacias hidrográficas**. Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Departamento de Ciências Florestais. Universidade de São Paulo: São Paulo, 1996. 131 p.

MARTINS, A. P.; GOMES, M. F. M.; ROSADO, P.L.; NETO, J.F.
Competitividade do sistema produtivo de cana-de-açúcar em Minas Gerais: abordagem matriz análise política. 2008. (Pôster – Comércio Internacional). Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/5/643.pdf>. Acesso: abril de 2010.

MATOS, P.F., PESSÔA, V.L.S. A modernização da agricultura no cerrado: as transformações sócio-espaciais nas áreas do chapadão do Distrito de Santo Antônio do Rio verde (Catalão-GO) 1980-2000. In: **Anais do II Simpósio Regional de Geografia** “Perspectivas para o cerrado no século XXI”. Uberlândia/MG, 2003. P. 1 – 6.

MEDEIROS, J.S., CÂMARA, G. GIS para estudos ambientais. In: CÂMARA, G. DAVIS, C; MONTEIRO, M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2001. Cap. 10, P. 01- 36. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap10-aplicacoesambientais.pdf>>. Acesso: abril de 2009.

MINUZZI, R.B.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; COSTA, J.M.N. El Niño: ocorrência e duração dos veranicos do Estado de Minas Gerais. In: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**; n°.3, v.9, p.364-371, 2005. Campina Grande/ PB: DEAg/UFCG. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v9n3/v9n3a11.pdf>>. Acesso: janeiro de 2010.

MOTTA, P.E.F.; BARUQUI, A.M.; SANTOS, H.G. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais. In: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**; n°. 44. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 238 p.

NUCCI, João Carlos. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). São Paulo: Humanitas/FFLCH/ USP, 2001. 236p.

OLIVEIRA, D.S.; SILVA, A.M. Cobertura do solo e fragmentação da vegetação natural do município de Conquista-MG em 1988 e 2007. In: **REA – Revista de Estudos Ambientais**. Universidade de Blumenau, v.11, n°. 1, jan./jun. 2009. P.61-70. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/1428/1120>>. Acesso: janeiro de 2010.

PACHECO, A. P., RIBAS, N. S., Sensoriamento Remoto aplicado ao Uso da Terra. GEODÉSIA online. **Revista da Comissão Brasileira de Geodésia**. Recife, v. 4, 1998.

PMS. **Prefeitura Municipal de Sacramento** – Inventário Cultural: Sacramento, 2006. 121 p.

_____. Site Oficial. **História do município de Sacramento/MG**. Disponível em: <<http://www.sacramento.com.br/historia.htm>> Acesso: março de 2008.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - **Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH), dados do IDH no mundo**. Disponível em: <http://www.10emtudo.com.br/demo/geografia/desenvolvimento_humano_idh/index_1.html>. Acesso: dezembro de 2009.

RAMALHO-FILHO, A., BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65 p.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Ed. Escrituras, 2002.

REDE DAS ÁGUAS. **Bacias hidrográficas: conceito**. 2001. Disponível em: <http://www.rededasaguas.org.br/bacia/bacia_01.asp>. Acesso: abril de 2009.

_____. **Bacias hidrográficas: unidades de planejamento**. Disponível em: <http://www.rededasaguas.org.br/bacia/bacia_01.asp>. Acesso: abril de 2009.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: Editora: NEPUT, 4ª edição, 2002. 338p.

RIBEIRO, A. G. et al. O Papel dos Recursos Hídricos na Sustentabilidade do Sistema Agroalimentar no Domínio dos Cerrados do Brasil Central. In: SHIKI, S. et al. **Agricultura, Meio Ambiente e Sustentabilidade do Cerrado Brasileiro**. Uberlândia: UFU; UNICAMP, EMBRAPA, 1997. p. 267-307.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina/DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

ROCHA, J.S.M.; KURTZ, S.M.J.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 5ª edição. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 302 p.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. Planejamento ambiental: bases conceituais, níveis e métodos. In: CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito (org.). **Desenvolvimento sustentável e planejamento: bases teóricas e conceituais**. Fortaleza, 1997. P. 37-49.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5ª Edição Revisada. Uberlândia: EDUFU, 2003. 228 p.

ROSA, R; BRITO, J.L.S. **Introdução ao geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia: EDUFU, 1996, 104 p.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S. Mapa hipsométrico e de declividade do terreno da bacia hidrográfica do Rio Araguari – MG. In: **II Simpósio Regional de Geografia: “perspectivas para o cerrado no século XXI”**. Uberlândia/MG, 2003. P. 01-09.

ROLIM, G. S. & SENTELHAS, P. C. **Balanço hídrico normal por Thorntwaite & Mather (1955)**. Piracicaba: ESALQ/USP – Departamento de Ciências Exatas: Área de Física e Meteorologia, 1999 (programa para Excel versão 6.0).

ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p. 63-74. Jan/dez. 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Editora Contexto, 1990. 85p.

RUELLAN, A. **Pedologia e desenvolvimento: a ciência do solo a serviço do desenvolvimento**. In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas-SP, p. 69-74, 1988. Ministère de l'Agriculture, Paris, França.

SAAE. **Serviço Autônomo de água e esgoto**. Disponível em: <<http://www.saaesac.com.br/>> Acesso: janeiro de 2009.

SAAE. **Serviço Autônomo de água e esgoto**. Disponível em: <<http://www.saaesac.com.br/>> Acesso: abril de 2010.

_____. **Estudo de viabilidade para o abastecimento por gravidade**. Vol. 1, Parte 1. Escritório Técnico de Engenharia, 1994. 60 p.

SAMPAIO, Cárita da Silva. **Abordagem metodológica baseada nos dados multitemporais MODISEVI/NDVI para classificação da cobertura vegetal na**

região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros/GO. 2007. 73 folhas.
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2007.

SANDRONI, PAULO. **Novíssimo dicionário de economia.** São Paulo: BEST SELLER, 1999. 649p.

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

SANTOS, E.R. dos. **Estudos das relações climato-hidrológicas e dos impactos causados pela irrigação na microbacia hidrográfica do córrego do amanhece – Araguari – MG.** Dissertação, 2005. 188f. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia. Geografia e Gestão do Território. Uberlândia, 2005.

SANTOS, D.G.; SILVA, M.K.A.; FLORENCIO, B.A.B.; COLESANTI, R.M. A mudança na rede de drenagem provocada pela canalização e urbanização da microbacia do córrego São Pedro, no município de Uberlândia – MG. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** São Paulo, P. 1043-1052, 2005.

SANTOS, dos. H.G.; JACOMINTE, P.K.; ANJOS, dos L. H.C .; OLIVEIRA, de V.A. COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, da. T.J. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maria Laura. **O Brasil:** território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: RECORD, 2001. 471p.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (SEDE). **Minas em Números.** Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.mg.gov.br>>. Acesso: janeiro de 2010.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. **Meteorologia Agrícola.** 3ª. Edição. Piracicaba: USP, 2000.

SILVA, E.M. **O clima em Uberlândia-MG.** Universidade Federal de Uberlândia, 2001. 115 p. (Monografia).

_____. **Análise das relações climato-hidrológicas e das demandas hídricas no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Bagagem/MG.** Dissertação (mestrado em

Geografia), 2007. 196f. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia. Geografia e Gestão do Território. Uberlândia, 2007.

THORNTWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in climatology, Laboratory of Climatology, V.8 nº.1, 1955.

TROPPEMAIR, H. & GALINA, M.H. Geossistemas. In: **Mercator**: Revista de Geografia da UFC, ano 5, número 10, 2006. P. 79 – 89.

TUCCI, C. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre, ABRH, 1997.

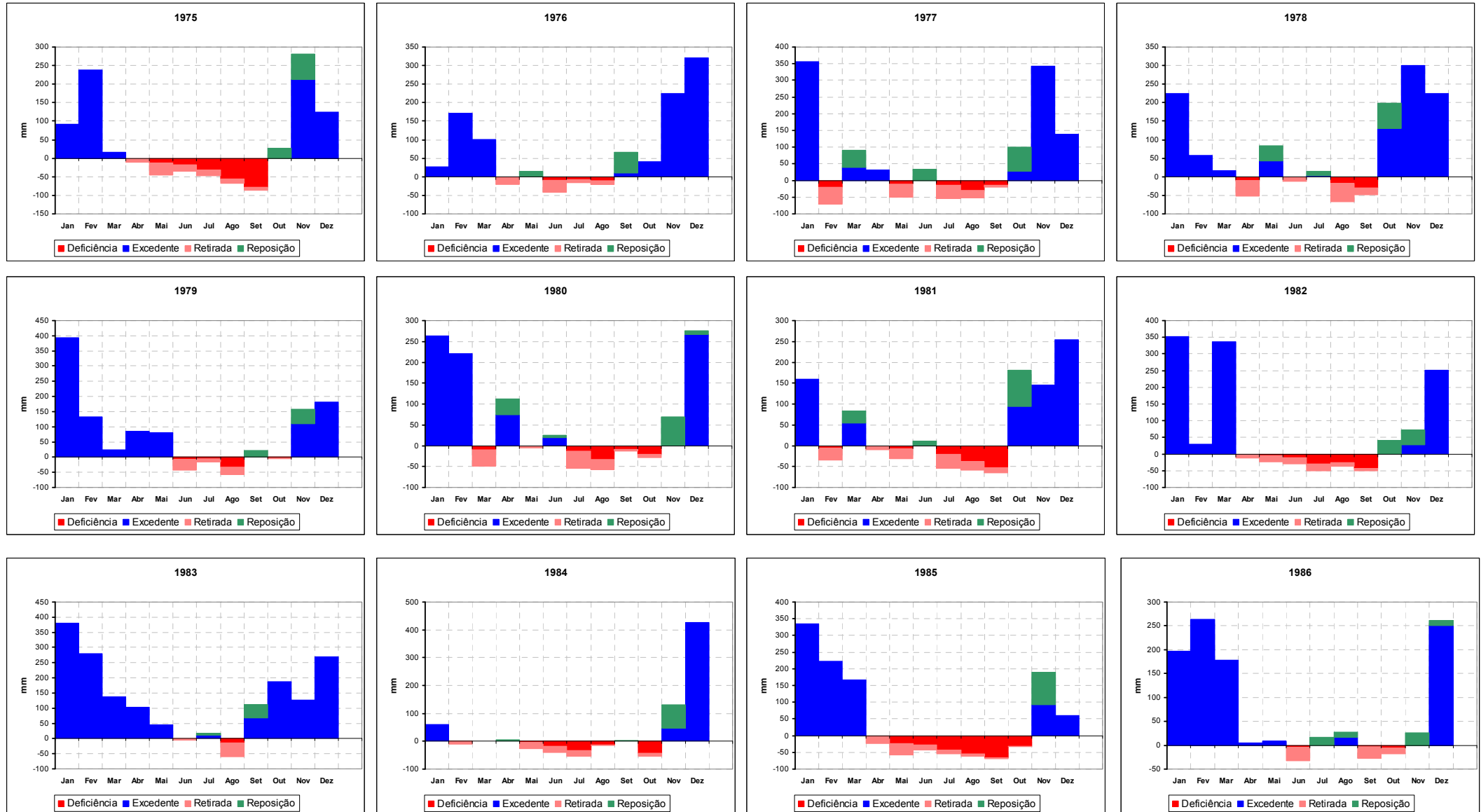
TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Departamento de Hidromecânica e Hidrologia. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2001. 46 p.

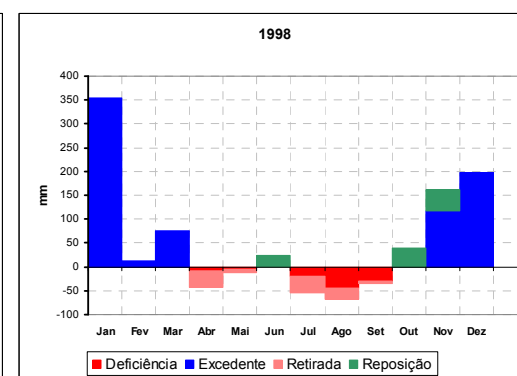
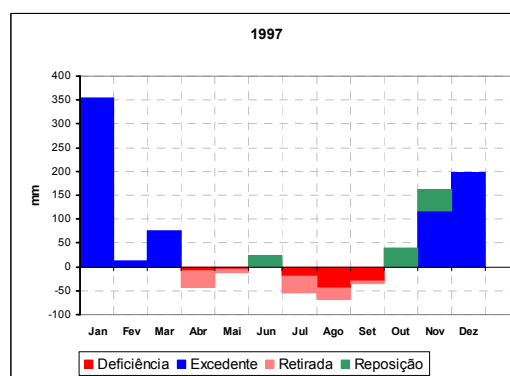
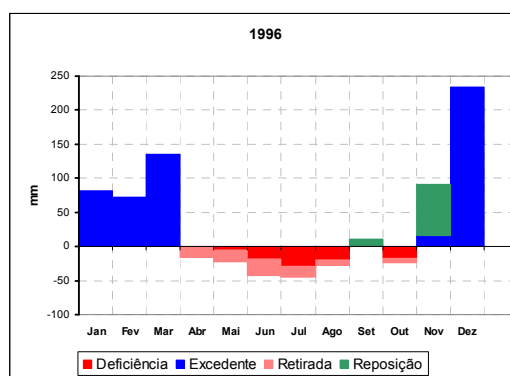
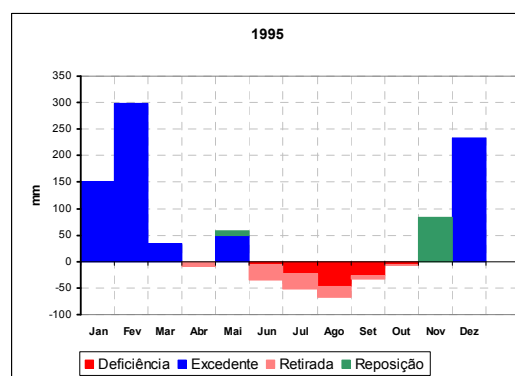
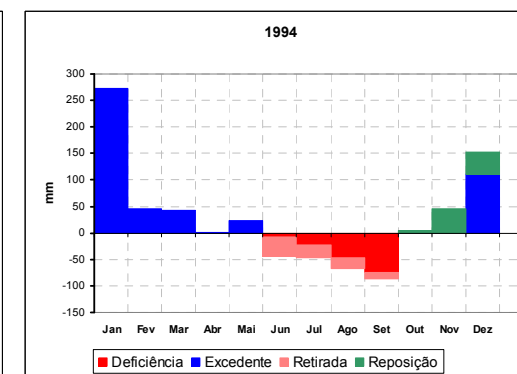
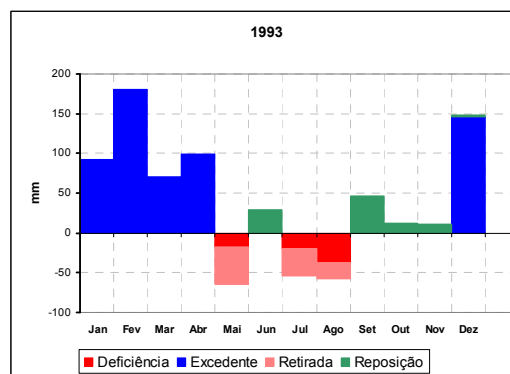
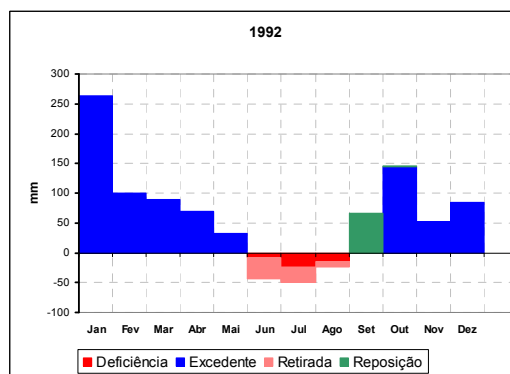
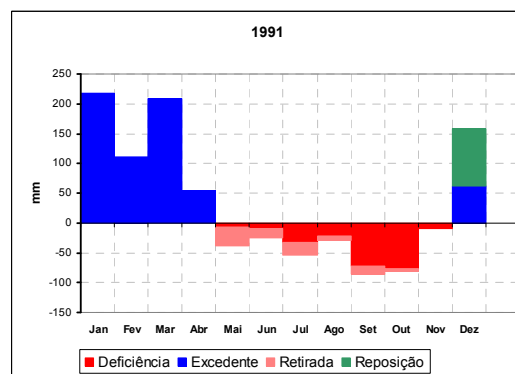
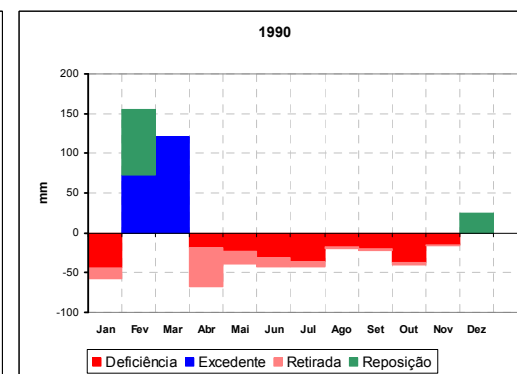
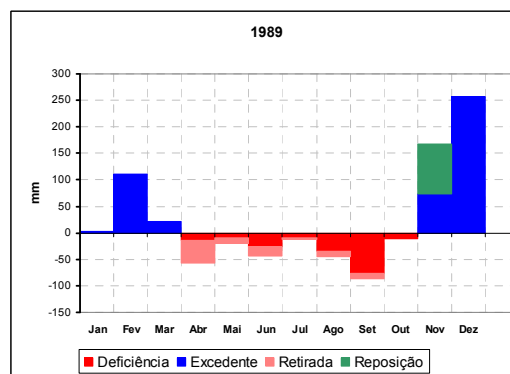
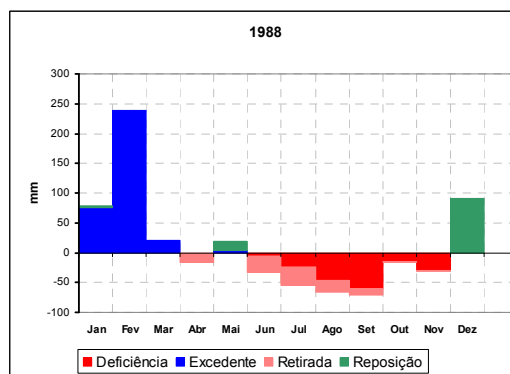
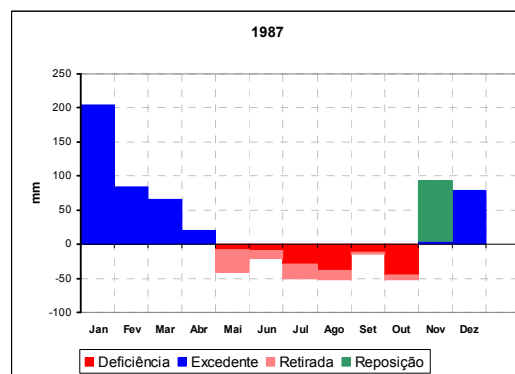
WAGNER, Elmar. Desenvolvimento da região dos cerrados. In: GOEDERT, W.J.: **Solos dos cerrados**: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo: Nobel; Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1985. 422 p.

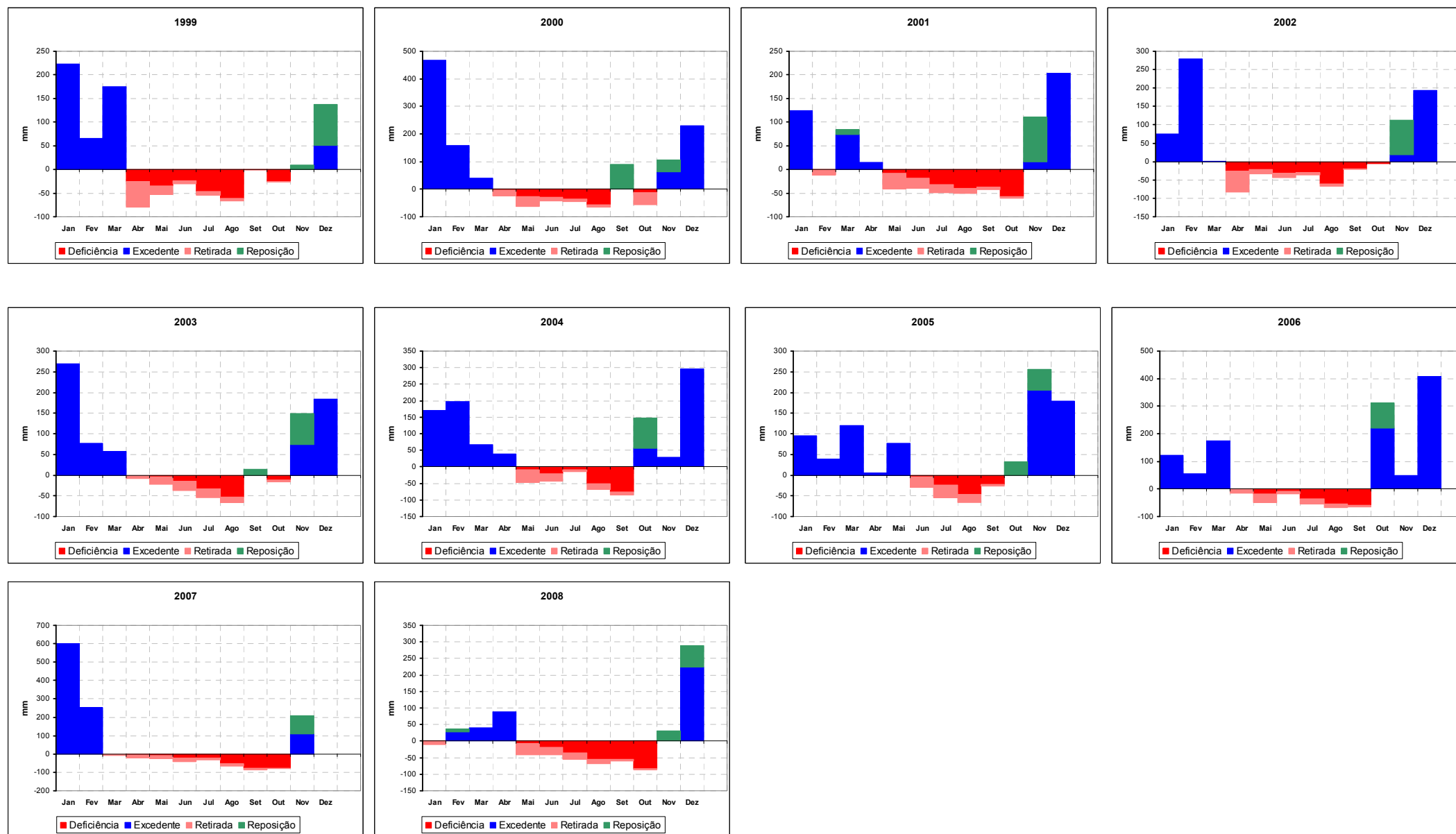
ANEXOS

ANEXO 1

Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Borá (MG) (1975 a 2008) – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica







Gráficos 1 a 34: Balanço hídrico da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG) (1975 a 2008).
Org.: FLORENCIO, B.A.B. 2010.

ANEXO 2

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO (SAAE)			RELATÓRIO TÉCNICO			
Município SACRAMENTO		Localidade SACRAMENTO		UF MG	Mês ABRIL	Ano 2010
Nº. prédios existentes 7,586	Não ligados - ruas com rede		População Total			
	Água	Esgoto	Município	27,601	Sede 26,551	
I - ÁGUA						
1 - Movimento das ligações						
Existentes.....:	7,463	Número de atual cortadas.....:	192.0	Religadas no mês.....:	2.0	
Funcionando.....:	7,271	Cortadas no mês.....:	1.0	Novas no mês.....:	26.0	
2 - Número de economias funcionando						
Domiciliares.....:	7,016	Industriais.....:	21	Total.....:	7,586	
Comerciais.....:	549	Outros.....:		Domicílios no município.....:	7,194	
3 - Hidrômetros						
Instalados.....:	7,187	Lidos.....:	6,629	Aguardando reparos.....:	45	
Funcionando.....:	7,142	Condições Instalar....:	270.0	Reparados no mês.....:		
4 - Volume em metros cúbicos						
Aduzido	Tratado 140,500.57	Fornecido 140,500.6	Medidos na Rede 102,152.0	Faturado 102,192.0		
5 - Comodidades						
		Quantidade		Consumo metro cúbico		
Torneiras públicas.....:		21		1,425		
Prédio públicas.....:		63		4,162		
Banheiros públicos.....:						
6 - Recalque						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/mês	Vazão (m³)	Vol.aduzido (m³)	
LOCA/R01	Mina da Loca	1		72.00		
LOCA/R01	Mina da Loca	2		54.00		
PA03/R01	Rua Aramis Ribeiro (clanter)	3	310.00	16.56	5133.6	
PA04/R01	Rua São Pedro	4	142.00	22.00	3124.0	
PA05/R01	Rua Aramis Ribeiro (rotatória)	5	621.00	60.76	37732.0	
PA06/DIST.	Avenida Domingos Magnabosco	6		16.00		
PA07/DIST.	Praça Franklin Vieira	7	520.00	35.12	18262.4	
PA08/DIST.	Distrito Industrial	17		2.00		
PA09/R01	Rua Mj. Ataliba José da Cunha	18	349.00	62.53	21823.0	
R01/R02	Avenida Antonio Carlos	8	315.00	65.20	20538.0	
R01/R02	Avenida Antonio Carlos	9	405.00	65.20	26406.0	
R02/R03	Avenida Antonio Carlos	10	466.00	14.40	6710.4	
R02/R03	Avenida Antonio Carlos	11	469.00	30.00	14070.0	
R02/R03	Avenida Antonio Carlos	12	-	-	-	
R03/R05	Avenida Antonio Carlos	13	566.00	5.00	2830.0	
R03/R04	Avenida Antonio Carlos	14	413.00	9.00	3717.0	
BOOSTER 01	Bairro Perpétuo Socorro	15	520.00	6.00	3120.0	
BOOSTER 02	Bairro Skaff	16	397.00	10.00	3970.0	
ETA/ALVORADA	Bairro Jd. Alvorada	19	345.00	25.00	8625.0	
Condições de Funcionamento						
- Boas						
7 - Rede de distribuição						
Construídos no mês (m).....:		Cloro residual (mg/l).....:		0.30		
Extensão atual (m).....:		Flúor (mg/l).....:		0.40		
		63,877				

CONTINUAÇÃO				
Número de Empregados		Consumo		
Administração.....:	11	Energia elétrica (KW.h) - Água bruta.....:		24,261
Operação Manutenção:	34	Energia elétrica (KW.h) - Água tratada.....:		27,008
Total.....:	45			
8 - Condições de funcionamento (B - boas R - regulares M - más)				
Captação.....:		B	Reservação.....: B	
Adução.....:		B	Distribuição.....: B	
Unidades de distribuição e volumes:				
Unidade	Localização	Horas de funcionamento	Vazão (m³/h)	Volume distribuído (m³)
CTRD	Rua Professor Virgilato	320.00	28.00	8960.00
R1	Mina Loca (Rede 1)		51.40	
R1	Mina Loca (Rede 2)		3.75	
PA03/R01	Rua Aramis Ribeiro (Clanter)	310.00	16.56	5133.60
PA04/R01	Rua São Pedro	142.00	22.00	3124.00
PA05/R01	Rua Aramis Ribeiro (rotatória)	621.00	32.00	19872.00
PA06/DIST.	Avenida Domingos Magnabosco		16.00	
PA07/DIST.	Praça Franklin Vieira	520.00	26.00	13520.00
PA09/R01	Rua Mj. Ataliba José da Cunha	349.00	42.53	14842.97
ETA	Rua Arnaldo Zandonaide	472.00	159.00	75048.00
			Total	397,24 140.500,57
- Perdas no sistema.....				37%
- Atendimentos de vazamentos de rede/ramais.....				74.00
II - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO				
Estação: Sistema Córrego dos Pintos - Filtração direta ascendente				
Nº. de horas de funcionamento/mês:		472.00	Consumo de energia/KW.h:	
Condições de Funcionamento				
Floculação	---	Produção de Água Tratada na ETA		
Sedimentação	---	75,048.00	m³/mês	
Filtração	159.00 m³/h			
Última limpeza:	Floculador:	---	Lavagem dos filtros:	Carreira/hora 14.32
	Decantador:	---		Duração horas 32.96
Consumo de água em m³	Por lavagem (médio):	82.52		
	Mensal:	2.719.85	m³/mês	

Quadro 1: Relatório Técnico sobre captação e consumo da água na BHRB.
Fonte: SAAE, 2010.

ANEXO 3

NOME DO IMÓVEL	PROPRIETÁRIO	TAMANHO DA PROPRIEDADE
Fazenda Boa Vista	Hugo Rodrigues da Cunha	529,3 ha
Fazenda Boa Vista	Mercedes Joi Borges	262,6 ha
Fazenda Terra do sol	Mario Afonso de Almeida	155,2 há
Fazenda santo Antônio	Luiz Affonso Melo	206,6 ha
Fazenda Boa vista	Aldo Miquelante Borges	174,2 ha
Fazenda Borá	Ana Maria Fonso de Souza	182,1 ha
Fazenda Estiva	Antônio Rodrigues da Cunha Jr.	515,3 ha
Fazenda Tiradentes	Antônio Zago Lopes	187,1 ha
Fazenda Pavuna do Cafundó	Ivan Borges Maia Cardoso	149,1 ha
Fazenda Taquaral	Joana Pereira de Almeida	203,3 ha
Fazenda Boa Vista	Joana Pereira de Almeida	291,8 ha
Fazenda Boa Vista	João Gomes Matheus	266,6 ha
Fazenda Boa Vista	José Borges dos Santos	159,1 ha
Fazenda Boa Esperança	Hugo Rodrigues da Cunha	529,3 ha
Fazenda Rifaina	José Gonzaga da Silva	175,4 ha
Fazenda Boa Vista	Olga Manzan Alcântara	39,5 ha
Fazenda Esperança	Olavo Spirandelli	33,6 ha
Fazenda Santa Tereza	Olavo Spirandelli	7,5 ha
Sítio Córrego Seco	Olaria Maria de Carvalho	25,7 ha
Fazenda Mumbuca	Nilson José Palhares	10,2 ha
Fazenda Santa Maria	Nilberto Ramos de Almeida	4,8 ha
Fazenda Santa Maria	Nilberto Ramos de Almeida	4,8 ha
Fazenda Santa Maria	Newton Nunes da Silveira	9,4 ha
Fazenda Mumbuca	Neusa Maria Bizão	10,2 ha
Chácara Triângulo	Neoni Cunha	8,5 ha
Fazenda Rifaina	Miguel de Oliveira	40,2 ha
Fazenda Nossa Senhora Aparecida	Mario Manoel de Carvalho	50,4 ha
Fazenda Santa Maria	Mario Florêncio	6,0 ha
Fazenda Aroeira	Mario Florêncio	22,6 ha

CONTINUAÇÃO		
Fazenda Boa Vista	Mario Antônio de Almeida	6,1 ha
Fazenda Estiva	Mariléia Sisoneto	53,2 ha
Fazenda Boa Vista	Maria Madalena Manzan	12,5 ha
Fazenda Capão do Mel	Maria Lúcia Jerônimo	53 ha
Fazenda Boa Vista	Maria Helena Manzan	31,2 ha
Fazenda Boa Vista	Maria Helena Borges	106,7 ha
Fazenda Palhares	Maria Candida de Oliveira	62,2 ha
Fazenda Boa Vista	Maria Benilda Manzan	37,5 ha
Fazenda Boa Vista	Maria Augusta Borges	130 ha
Fazenda Gameleira	Maria Aparecida de Oliveira	29,8 ha
Fazenda Borá	Maria Antônia de Sousa	67,5 ha
Fazenda Olhos d'Água	Maria Benilda Manzan	8,3 ha
Fazenda Santa Cecília	Marcos Tadeu da Mata	9,6 ha
Fazenda Santa Maria	Marcos da Silveira	3,6 ha
Fazenda Santa Maria	Marcel Borges Bonetti	33,6 ha
Fazenda Mumbuca	Manoel Siqueira Gonçalves	29 ha
Fazenda Santa Maria	Manoel Florêncio	12,6 ha
Sítio Areias	Luiz Sussume Kawano	66,6 ha
Fazenda Borá	Luiz Carlos Valadares	136,4 ha
Fazenda Santa Maria	Luiz Bigi jr.	20 ha
Fazenda Olhos d'Água	Luiz Alberto de Almeida	9,6 ha
Fazenda Olhos d'Água	Luiz Alberto de Almeida	38,3 ha
Fazenda Olhos d'Água	Luiz Alberto de Almeida	42,4 ha
Sítio Santa Inês	Lázaro Batista de Oliveira	14,5 ha
Fazenda Mumbuca	Lindomar Sisoneto	24,8 ha
Fazenda Gameleira	Lucia Alves de Oliveira	16,9 ha
Fazenda Santa Maria	Luiz Affonso Melo	96,2 ha
Fazenda Boa Vista	Josefina Jerônimo	72,7 ha
Sítio Areias	Kyoko Kobata Kawano	66,6 ha

CONTINUAÇÃO		
Fazenda Santa Maria	Agostinha da Silveira	8,8 ha
Chácara Novo Alvoredo	Albertino Eurípedes da Silva	2,4 ha
Fazenda Cachoeira	Alfredo Bizinoto	116,7 ha
Fazenda Santa Maria	Alvair Carvalho de Oliveira	67,7 ha
Fazenda Olhos d'Água	Alvair Carvalho de Oliveira	86,7 ha
Fazenda Boa Vista	Aglemon da Silva Ribeiro	19,9 ha
Fazenda Boa Vista	Aglemon da Silva Ribeiro	13,6 ha
Fazenda Boa Vista	Agileu Alves	37,5 ha
Fazenda Boa Vista	Adolfo Augusto de Faria	14,5 ha
Fazenda Santa Cecília	Adalberto Lenza	51,6 ha
Fazenda Borá	Adalberto Afonso de Souza	91,4 ha
Fazenda Boa Vista	Américo Fornazier	29,9 ha
Fazenda Olhos d'Água	Angelo Donizete de Souza	84,6 ha
Fazenda São Manoel	Antenor Bizinoto	139,7 ha
Fazenda Mumbuca	Antônio Baltazar urbano	9 ha
Fazenda Olhos d'Água	Antonio Donizete Gabriel Dias	26,2 ha
Sítio Recanto da Cachoeira	Antônio João Caetano	7,2 ha
Fazenda Borá	Antônio José Afonso de Souza	64,9 ha
Fazenda Santa Maria	Antônio Manzan	38 ha
Fazenda Mumbuca	Antônio Marcos Siqueira	5 ha
Fazenda Boa Vista	Antonio Zago Lopes	4,8 ha
Fazenda Gamela	Argeu Alves Borges	37,5 ha
Recanto da Figueira	Arinaldo Heitor de Paiva	3,8 ha
Fazenda Rincão	Armando Vicentini	83,5 ha
Fazenda Gameleira	Benedito Neves	3 ha
Fazenda Rifaina	Belmiro Alves Borges	1,4 ha
Fazenda Mumbuca	Benedito Neves	10,8 ha
Borges & Martine	Borges & Martine Ltda	3,0 ha
Fazenda Mumbuca	Candido Pio Caetano	35 ha

CONTINUAÇÃO		
Fazenda Rifaina	Carlos Alberto de Almeida	14,8 ha
Fazenda Rifaina	Carlos Alberto de Almeida	14,8 ha
Fazenda Olhos d'Água	Carlos Alberto de Almeida	22,9 ha
Sítio Sonho Meu	Carlos Eduardo de Araújo	45,4 ha
Fazenda Boa Vista	Carlos Roberto de Almeida	131,6 ha
Fazenda Mateira	Carlos Roberto de Almeida	78,2 ha
Fazenda Santa Maria	Centro Espírita Albergue Mariano	1,2 ha
Fazenda Santa Maria	Centro Espírita Fé e Amor	14, 5 ha
Fazenda Mumbuca	Cirlei Bizinoto	24,3 ha
Fazenda Mumbuca	Cirlei Bizinoto	44,4 ha
Fazenda Santa Maria	Claudinei Florêncio	18,9 ha
Fazenda Palhares	Cleide Maria de Oliveira	40,6 ha
Fazenda Santa Maria	Clodoaldo Rodrigues de Oliveira	3,2 ha
Fazenda Boa Vista	Conegundes Alves	2,0 ha
Fazenda Campo Limpo	Diva Martins Borges	29,5 ha
Estância Veredas do Borá	Dulcina Bonatti	38 ha
Fazenda Santa Maria	Edécio Nunes	2,4 ha
Fazenda Santa Maria	Edmo Nunes	3 ha
Fazenda Mumbuca	Egídio Francisco Urbano	17,7 ha
Fazenda Ibituruna	Egídio Francisco Urbano	54 ha
Chácara Alvorada	Elias Alves de Oliveira	9,5 ha
Fazenda Santa Maria	Elisabeth Mary Galleazzi	14 ha
Fazenda Mumbuca	Elizabeth das Dores Pinheiro	16 ha
Fazenda Cafundó	Eloísio de Oliveira	4,2 ha
Fazenda Mumbuca	ElzaGuarato	11 ha
Fazenda Mumbuca	Elza Messias de Almeida	2,4 ha
Fazenda Rifaininha	Erasto Olímpio de Oliveira	65,2 ha
Fazenda Cachoeira	Eurípedes Vieira da Silva	43,7 ha
Fazenda Mumbuca	Everaldo Cardoso	19,3 ha

CONTINUAÇÃO		
Fazenda Olhos d'Água	Fausto José Silvério	12,8 ha
Fazenda Santa Helena	Floriano Alves de Toledo	92,6 ha
Sítio Catuai	Geny Jerônimo	68 ha
Fazenda Borá	Gilberto Afonso de Souza	39,6 ha
Fazenda Borá	Gilberto Afonso de Souza	74 ha
Fazenda Cachoeira	Gilberto Bernardes de Oliveira	40,7 ha
Chácara Triângulo	Heigorina Cunha	6,7 ha
Fazenda Boa Vista	Helena Alves Borges	45,4 ha
Fazenda Santa Cecília	Helena Maria de Almeida	65 ha
Fazenda Mumbuca	Ignez Bizinoto	4 ha
Fazenda Mumbuca	Ignez Bizinoto	24,3 ha
Fazenda Mumbuca	Inês Maria de Santi	52,3 ha
Chácara Triângulo	Ionete Cunha Bessa	7,6 ha
Fazenda Rifaina	iracy Alves Ranuzi	28,8 ha
Fazenda Mumbuca	Iracy Bizão	9,3 ha
Fazenda Mumbuca	Iracy Bizão	9,2 ha
Sítio Santo Antônio	Irany Magnabosco	19,3 ha
Fazenda Mumbuca	Isaías Bizinoto	19,7 ha
Fazenda Mumbuca	Isaías Bizinoto	15,5 ha
Fazenda santo Antônio	Ismar Magnabosco	19,3 ha
Fazenda Olhos d'Água	Ivan Borges Maia Cardoso	31,3 ha
Fazenda Boa Vista	Ivone Manzan Guarato	37,8 ha
Fazenda Boa Vista	Jamir de Carvalho	48,4 ha
Fazenda Santa Maria	Jamir de Carvalho	53,2 ha
Fazenda Santa Maria	Jerônimo Alves dos Santos	10 ha
Fazenda Mateira	Jerônimo Vierira Borges	57,9 ha
Fazenda Boa Vista	João Alves Neto	125,1 ha
Fazenda Cafundó	João Batista dos Reis	30,6 ha
Fazenda Mumbuca	João Batista Guarato	36,5 ha

CONTINUAÇÃO		
Sítio São Felipe	João Batista Limido filho	14,5 ha
Fazenda Boa Vista	João dos Santos	7,9 ha
Fazenda Olhos d'Água	João dos Santos	5,3 ha
Fazenda Boa Vista	João Ferreira Vilas Boas	35 ha
Fazenda Santa Bárbara	João Ferreira Vilas Boas	7,2 ha
Fazenda Boa Vista	João Gomes Matheus	133,4 ha
Fazenda Boa Vista	João José Zago	60,5 ha
Fazenda Santa Maria	João Oswaldo Manzan	33,9 ha
Fazenda Morada do Sol	João Oswaldo Manzan	37,8 ha
Fazenda Floresta	João Paulo Giacomini Bernardes	10 ha
Fazenda Boa Vista	Joaquim Izabel de souza	125,5 ha
Fazenda Mumbuca	Joaquim Manoel de Carvalho	60,5 ha
Fazenda Mumbuca	Joaquim Manoel de Carvalho	11,6 ha
Fazenda Boa Vista	José Antônio Martins Borges	66,4 ha
Fazenda Boa Vista	José Barbosa de Oliveira	14,5 ha
Fazenda Santa Maria	José Bigi	10,4 ha
Fazenda Boa Vista	José Borges dos Santos Sobrinho	29,8 ha
Fazenda Rifaina	José Donizete da Silva	9,6 ha
Fazenda Ibituruna	José Donizeth Urbano	10,2 ha
Fazenda Mumbuca	José Figueiredo da Paixão	24,2 ha
Fazenda Palhares	José Gonçalves Cintra	22 ha
Fazenda Cajuru	José Gonçalves Cintra	28 ha
Chácara Santo Afonso	Josefa Gonçalves Dias	10,7 ha
Fazenda Olhos d'Água	José Rosa dos Santos	9,5 ha
Fazenda Boa Vista	José Pedro Ferreira	37,8 ha
Fazenda Rifaina	José Inácio de Carvalho	66,5 ha
Fazenda Boa Vista	José Pedro Ferreira	36,5 ha

Quadro 1: Propriedades Rurais presentes na BHRB, 2009.
Fonte: Ministério da Fazenda / Secretaria da Receita Federal do Brasil, 2009.
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

ANEXO 4

Processo	Requerente	Município	Curso	Latitude	Longitude	Vazão m³/s	Vazão m³/h	Finalidade
234/2010	ZAGO & ZAGO LTDA	SACRAMENTO	POÇO TUBULAR	19° 52' 12"	47° 25' 47"	18 m³/s	*	Lavagem de veículos Consumo humano.
7647/2009	MARCO ANTONIO AFONSO DA MOTA	SACRAMENTO	POÇO TUBULAR	20° 02' 37"	47° 24' 20"	*	*	Consumo industrial Dessedentação de animais Consumo humano.
7146/2009	MINAS AGROMERCANTIL LTDA	SACRAMENTO	POÇO TUBULAR	19° 56' 43"	47° 15' 53"	6.5 m³/s	*	Consumo humano Lavagem de veículos.
7147/2009	MINAS AGROMERCANTIL LTDA	SACRAMENTO	CÓRREGO BURACÃO	19° 57' 17"	47° 12' 34"	*	0.0083 m³/h	Irrigação
7148/2009	MINAS AGROMERCANTIL LTDA	SACRAMENTO	CÓRREGO BELA VISTA	19° 55' 32"	47° 13' 39"	*	0.0083 m³/h	Irrigação.
7149/2009	MINAS AGROMERCANTIL LTDA	SACRAMENTO	CÓRREGO DO JAGUARINHO	20° 01' 42"	47° 11' 22"	*	0.0083 m³/h	Irrigação.
7957/2008	PREFEITURA MUNICIPAL DE SACRAMENTO	SACRAMENTO	RIBEIRÃO BORÁ	19° 51' 58"	47° 26' 03"	*	*	Transposição de corpo de água.
04572/2007	PREFEITURA MUNICIPAL DE SACRAMENTO	SACRAMENTO	RIBEIRÃO BORÁ E CÓRREGO JACÁ	19°52'19"	42°27'15"	*	*	Travessia Rodo Ferroviária.
434/2004	CAXUANA S.A REFLORESTAMENTO	SACRAMENTO	POÇO	19°50'08"	47°17'05"	*	1.08	Subutilização.
092/2003	COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG	SACRAMENTO	POÇO	20°00'54"	47°26'06"	*	4	Consumo Humano, Irrigação e limpeza geral.
132/2003	COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG	SACRAMENTO	POÇO	19°51'22"	47°26'53"	*	*	Industrial, sanitário e limpeza.
1504/2003	CAPRI MADEIRAS LTDA	SACRAMENTO	POÇO	19°50'03"	47°25'40"	*	0.104	Consumo humano e industrial.
2103/2002	REGIS DANIEL BISINOTTO	SACRAMENTO	CÓRREGO MUMBUCA	19°53'33"	47°29'58"	0.002	*	Irrigação.

Quadro 2: Requerimento de outorga da BHRB encaminhado ao IGAM e SUPRAM's no período de 2002 à 2010, em ordem decrescente, conforme PORTARIA 001/2000

Fonte: IGAM, 2010.

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

* Ausência de dados

ANEXO 5

Tabela 1 - Série Histórica de Vazão Média Mensal/Anual (m³/s) da estação
fluviométrica nº. 60220000 / Desemboque (MG) / Rio Araguari / Área de drenagem:
1.073 Km² (1996-2006)

MÊS / ANO	VAZÕES MÉDIAS (m ³ /s)	DIAS VÁLIDOS
Janeiro/1996	43.77	31
Fevereiro/1996	38.99	29
Março/1996	42.83	31
Abril/1996	25.64	30
Maio/1996	17.42	31
Junho/1996	13.35	30
Julho/1996	11.44	31
Agosto/1996	9.75	31
Setembro/1996	15.85	30
Outubro/1996	15.77	31
Novembro/1996	27.13	30
Dezembro/1996	51.28	31
Janeiro/1997	96.2	29
Fevereiro/1997	38.75	28
Março/1997	41.34	31
Abril/1997	27.23	30
Maio/1997	21	31
Junho/1997	19.9	30
Julho/1997	15.53	31
Agosto/1997	13.02	31
Setembro/1997	11.83	30
Outubro/1997	14.32	31
Novembro/1997	24.72	30
Dezembro/1997	44.06	31
Janeiro/1998	35.5	31
Fevereiro/1998	61.31	28
Março/1998	37.52	31
Abril/1998	24.82	30
Maio/1998	21.85	31
Junho/1998	17.68	30
Julho/1998	14.09	31
Agosto/1998	13.27	31
Setembro/1998	10.75	30
Outubro/1998	17.86	31
Novembro/1998	23.62	30
Dezembro/1998	29.76	31
Janeiro/1999	38.85	31
Fevereiro/1999	32.16	28
Março/1999	56.2	31
Abril/1999	28.82	30
Maio/1999	17.98	31

CONTINUAÇÃO	VAZÕES MÉDIAS (m³/s)	DIAS VÁLIDOS
Junho/1999	15.17	30
Julho/1999	11.51	31
Agosto/1999	9.34	31
Setembro/1999	9.55	30
Outubro/1999	9.31	31
Novembro/1999	19.22	30
Dezembro/1999	25.95	31
Janeiro/2000	87.54	31
Fevereiro/2000	72.65	29
Março/2000	53.9	31
Abril/2000	30.62	30
Maio/2000	20.41	31
Junho/2000	15.84	30
Julho/2000	13.46	31
Agosto/2000	11.29	31
Setembro/2000	16.34	30
Outubro/2000	11.45	31
Novembro/2000	21.99	30
Dezembro/2000	42.26	31
Janeiro/2001	48.76	31
Fevereiro/2001	31.05	28
Março/2001	26.22	31
Abril/2001	19.24	30
Maio/2001	15.06	31
Junho/2001	12.05	30
Julho/2001	10.39	31
Agosto/2001	10.14	31
Setembro/2001	9.38	30
Outubro/2001	10.63	31
Novembro/2001	14.84	30
Dezembro/2001	36.6	31
Janeiro/2002	30.82	31
Fevereiro/2002	54.95	28
Março/2002	30.91	31
Abril/2002	19.43	30
Maio/2002	15.44	31
Junho/2002	11.63	30
Julho/2002	10.05	31
Agosto/2002	8.12	31
Setembro/2002	8.39	30
Outubro/2002	6.77	31
Novembro/2002	14.33	30
Dezembro/2002	33.53	31
Janeiro/2003	88.37	31
Fevereiro/2003	44	28
Março/2003	33.19	31
Abril/2003	28.19	30

CONTINUAÇÃO	VAZÕES MÉDIAS (m³/s)	DIAS VÁLIDOS
Maio/2003	19	31
Junho/2003	14.09	30
Julho/2003	11.52	31
Agosto/2003	9.41	31
Setembro/2003	9.12	30
Outubro/2003	9.2	31
Novembro/2003	17.75	30
Dezembro/2003	26.71	31
Janeiro/2004	55.56	31
Fevereiro/2004	89.8	29
Março/2004	55.5	31
Abril/2004	38.3	30
Maio/2004	23.92	31
Junho/2004	18.63	30
Julho/2004	15.74	31
Agosto/2004	11.89	31
Setembro/2004	9.76	30
Outubro/2004	16.03	31
Novembro/2004	19.57	30
Dezembro/2004	43.96	31
Janeiro/2005	41.5	31
Fevereiro/2005	28.13	28
Março/2005	37.72	31
Abril/2005	24.64	30
Maio/2005	21.81	31
Junho/2005	16.88	30
Julho/2005	13.4	31
Agosto/2005	10.93	31
Setembro/2005	11.68	30
Outubro/2005	12.5	31
Novembro/2005	25.46	30
Dezembro/2005	67.42	31
Janeiro/2006	41.39	31
Fevereiro/2006	37.84	28
Março/2006	56.36	31
Abril/2006	30.42	30
Maio/2006	19.86	31
Junho/2006	15.36	30
Julho/2006	12.2	31
Agosto/2006	9.72	31
Setembro/2006	10.72	30
Outubro/2006	32.47	31
Novembro/2006	24.67	30
Dezembro/2006	77.24	31

Fonte: HIDROWEB / ANA, 2010.

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

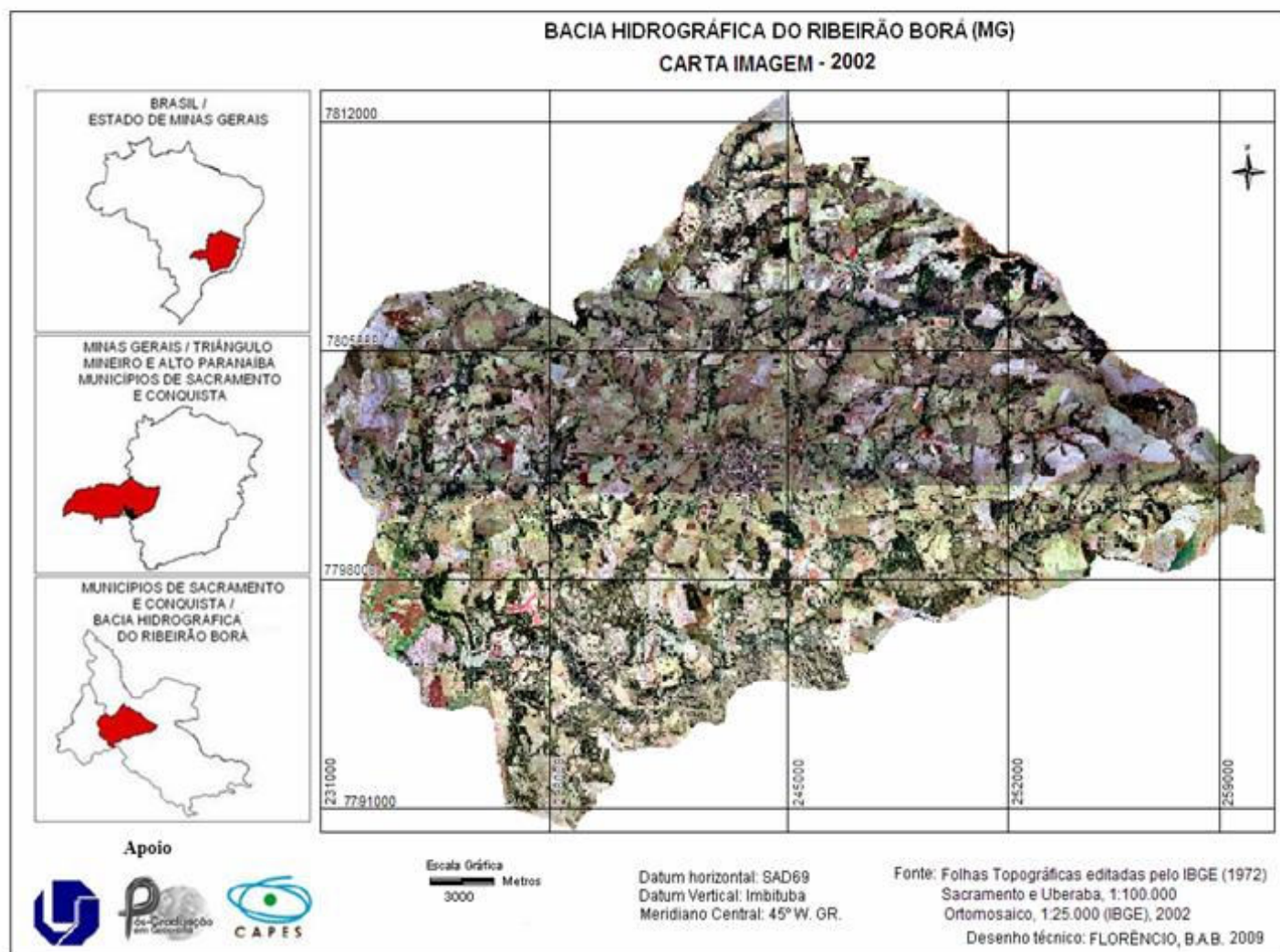
ANEXO 6

Tabela 2 - Vazão Específica Média Estimada (l/s/Km²) para a estação fluviométrica nº. 60220000 / Desemboque (MG) / Rio Araguari / Área de drenagem: 1.073 Km² (1996-2006)

Meses	Vazão específica Média l/s/Km²	Vazão l/s	Vazão m³/h
Janeiro	51,53	55.296,36	199.066,91
Fevereiro	44,87	48.148,18	173.333,45
Março	39,96	42.880,91	154.371,27
Abril	25,19	27.031,82	973.14,55
Maio	18,11	19.431,82	699.54,55
Junho	14,45	15.507,27	55.826,18
Julho	11,80	12.666,36	45.598,91
Agosto	9,90	10.625,45	38.251,64
Setembro	10,45	11.215,45	40.375,64
Outubro	13,24	14.210,00	51.156,00
Novembro	19,77	21.209,09	76.352,73
Dezembro	40,56	43.524,55	156.688,36
Média	24,99	26.812,27	96.524,18

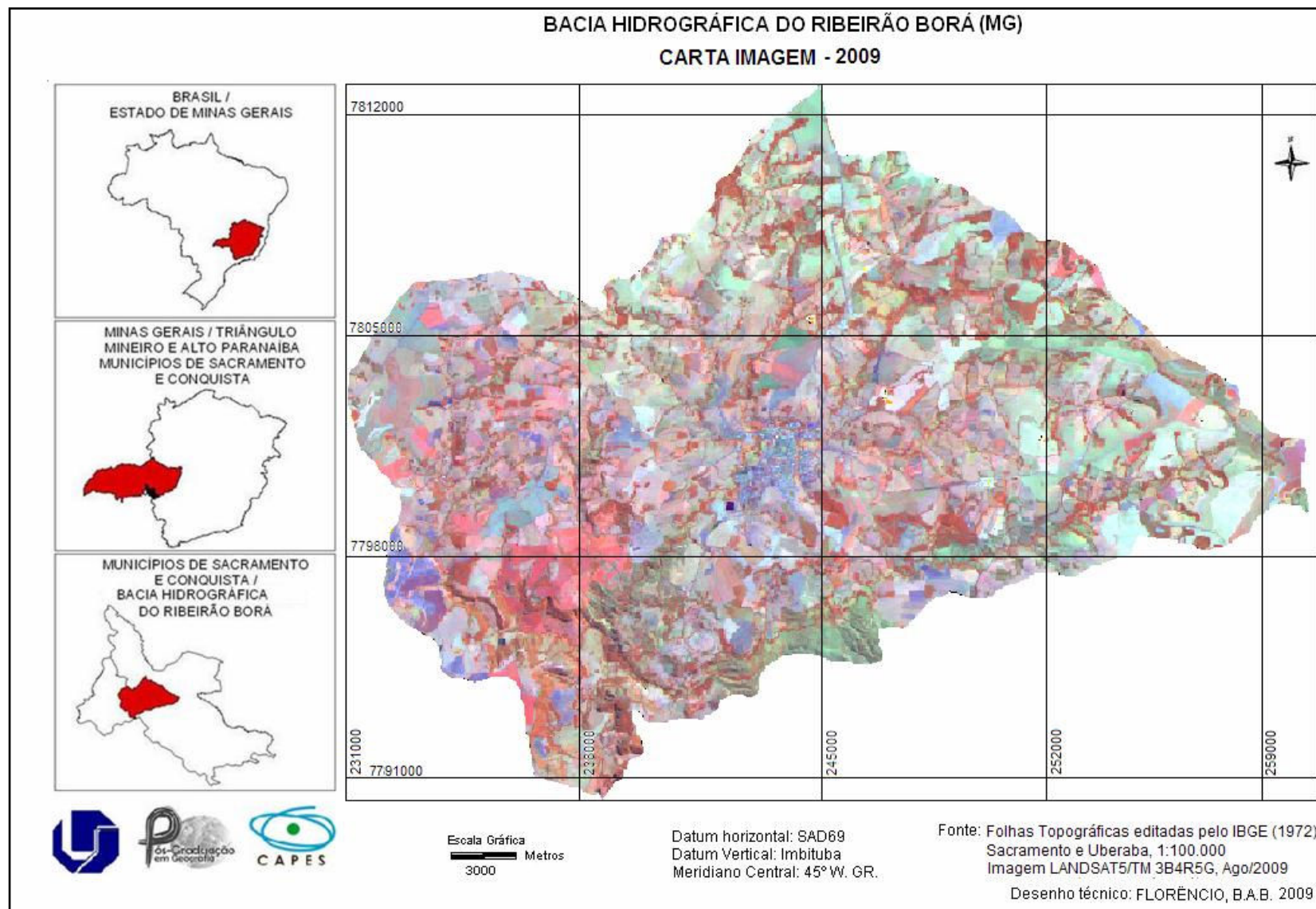
Fonte: HIDROWEB / ANA, 2010.
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

ANEXO 7



Mapa 01: Carta Imagem da BHRB elaborada a partir do ortomosaico de composição colorida (IBGE, 2002).
Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

ANEXO 8



Mapa 02: Carta Imagem da BHRB elaborada a partir da imagem de satélite (ETM+/Landsat 5, 2009).
Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

