



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA
DO RIO SANTO ANTÔNIO-MG

Adriano Valério Resende

Belo Horizonte - MG
2013

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Geografia
(Tratamento da Informação Espacial)

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA
DO RIO SANTO ANTÔNIO-MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Adriano Valério Resende
Orientador: Prof. Dr. Guilherme Taitson Bueno

Belo Horizonte - MG
2013

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

R433d Resende, Adriano Valério
 Diagnóstico socioambiental da Bacia do Rio Santo Antônio -MG / Adriano
 Valério Resende. Belo Horizonte, 2013.
 243f. :il.

 Orientador: Guilherme Taitson Bueno
 Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
 Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial.

 1. Santo Antônio, Rio (MG) – Aspectos ambientais. 2. Hidrologia. 3. Gestão
 integrada de recursos hídricos. 4. Gestão ambiental. I. Bueno, Guilherme Taitson
 II. Pontifícia Universidade Católica de Gerais. Programa de Pós-Graduação em
 Geografia - Tratamento da Informação Espacial. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 556.53

Adriano Valério Resende

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA
DO RIO SANTO ANTÔNIO-MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Guilherme Taitson Bueno (orientador) – PUC Minas

Prof. Dr. José Flávio Morais Castro – PUC Minas

Dr. Wagner Antunes Teixeira – SEMAD\MG

Belo Horizonte, 23 de outubro de 2013

Aos meus pais, pela dedicação aos filhos.

AGRADECIMENTOS

Quando se conclui uma dissertação a lista de agradecimentos é extensa, pois sua elaboração não é uma tarefa só individual. Dessa forma, para não correr o risco de esquecer alguma contribuição, primeiramente, agradeço a todas que direta ou indiretamente me ajudam na finalização desse trabalho.

Agradeço a meus pais, Lúcia e César, pelo amor e pela dedicação incondicional na criação de cinco filhos.

A meus quatro irmãos, Ângelo, Aloísio, Aline e Álison, pelo companheirismo.

Ao professor e orientador Guilherme Taitson Bueno um agradecimento especial pelas conversas, pelas críticas, pela paciência e pela orientação.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, especialmente àqueles com quem tive oportunidade de ser aluno: Altino, Aurélio, João Francisco, Luiz e Oswaldo. Ao professor José Flávio Moraes Castro agradeço as dicas na finalização da parte cartográfica e a participação na banca. Aos funcionários do Programa: Alisson, Cláudio, Délio, Fátima e Tatiane.

Aos colegas de Pós-Graduação, pela troca de experiências e amizade, em especial aos mais próximos: Bruna, Débora, Denise, Elisângela, Everton, Geraldine, Iolanda, Lucas, Nádia, Rosália, Thiago e Vânia.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos meus tios, João Batista e Eunice, pela proximidade e pela acolhida em sua casa quando de minha mudança para Belo Horizonte, no início do curso. Ao tio José Márcio, agradeço as conversas quando das idas a Resende Costa.

Às pessoas que contribuíram na obtenção de informações sobre a área de estudo: ao Josimar, auxiliar administrativo do CBH Vertentes do Rio Grande; aos funcionários das Prefeituras Municipais de Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada, Resende Costa e Ritópolis; aos moradores das comunidades visitadas.

Aos meus colegas de SEMAD, nas pessoas da superintendente da SUPRAM Jequitinhonha, Eliana Piedade, e do diretor técnico da SUPRAM Central, Anderson Lara, pelo apoio aos afastamentos parciais para cursar os créditos e no momento final do

fechamento da dissertação. Em especial, ao colega de SEMAD Dr. Wagner Antunes Teixeira, agradeço à participação na banca.

Aos amigos Sirléia, pelas conversas e opiniões sobre o texto, e Helvécio, pela companhia em algumas coletas de água.

Às minhas amigas Alessandra, Cláudia e Cleinha, pelo apoio moral durante a escrita da dissertação.

Aos colegas de Pós, que prontamente me ajudaram na cartografia e no georreferenciamento: César, Érico e Everton. Um agradecimento especial para Débora e Isa, pelo apoio no tratamento dos dados. Ao amigo Frank pela ajuda inicial e pelas constantes dicas sobre georreferenciamento. À Elisângela agradeço as conversas sobre os dados do IBGE.

À Denise, pela leitura e pelos comentários sobre a parte teórica da dissertação, além da agradável companhia ao longo do curso.

Por último, um agradecimento mais que especial para Vânia, minha amiga de Pós-Graduação. Agradeço as conversas ao longo do curso, as aulas de ArcGis, a leitura inicial e as críticas ao texto e as dicas sobre os mapas. Agradeço também à sua mãe, D. Maria, pelos cafés e pelas conversas.

RESUMO

O rio Santo Antônio é um dos principais afluentes da margem direita do rio das Mortes, bacia federal do rio Grande, drenando quatro municípios da mesorregião dos Campos das Vertentes: Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada, Resende Costa e Ritápolis. Sua área de drenagem é de aproximadamente 513 km². A região é referência na literatura em degradação ambiental devido a processos erosivos e vem nos últimos anos sofrendo transformações econômico-produtivas, num processo de “modernização”. Um Diagnóstico Socioambiental da bacia do rio Santo Antônio foi elaborado numa perspectiva sistêmica, sendo realizada uma análise integrada dos aspectos abióticos, bióticos e antrópicos. Para tanto, foi feita caracterização do meio natural, do meio antrópico e socioambiental da área de estudo. Foi apresentado ainda um histórico do processo de implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica Vertentes do Rio Grande – CBH GD2. Sobre a área de estudo, verificou-se que os trechos médios das sub-bacias do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito são a área-núcleo onde há concentração de voçorocas ativas e paleovoçorocas. Se comparada com a literatura, a área de estudo possui significativa rede de drenagem e uma elevada densidade de rios e de nascentes. Segundo os cálculos realizados, o perfil longitudinal do rio Santo Antônio está mais equilibrado que o do ribeirão do Mosquito. Com relação à qualidade das águas, verificou-se que nem todos os resultados atenderam aos padrões de qualidade da classe 2, uma vez que vários parâmetros foram enquadrados como classes 3 ou 4. A substituição da vegetação nativa, de campo, cerrado ou mata, pela silvicultura, com destaque para as plantações de eucalipto, e pelas pastagens plantadas, notadamente a braquiária, são as maiores contribuintes para as alterações na paisagem geográfica. Dessa forma, a redução da cobertura florestal nativa e o aumento da silvicultura são uma realidade na bacia do rio Santo Antônio. A Serra das Vertentes é o local que ainda conserva significativos fragmentos florestais nativos de Floresta Estacional Semidecidual, o que mereceria estudos de viabilidade para implantação de uma Unidade de Conservação. Questões relacionadas a saneamento básico devem ser melhoradas nas cidades e nas comunidades rurais, especialmente a coleta e o tratamento do esgoto doméstico e a destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos. O Diagnóstico Socioambiental da bacia do rio Santo Antônio é a parte inicial da proposta de elaboração de um Plano de Gestão Socioambiental para a bacia do rio Santo Antônio.

Palavras-chave: bacia do rio Santo Antônio, diagnóstico socioambiental, abordagem sistêmica, Comitê de Bacia Hidrográfica Vertentes do Rio Grande.

ABSTRACT

The Santo Antônio river is a major tributary of the right bank of river das Mortes, Grande river basin, draining four counties from the middle region of the Campos das Vertentes: Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada, Resende Costa and Ritópolis. Its drainage area is approximately 513 km². The region is a reference in the literature on environmental degradation due to erosion and has in recent years been changing economic-productive, in a process of "modernization". An Environmental Diagnosis of the river Santo Antônio was elaborated in a systemic perspective, being made an integrated analysis of aspects abiotic, biotic and anthropogenic. Therefore, characterization was made of the natural environment, the human environment and the environmental study area. Was also presented a history of the process of implementing the Watershed Committee Sheds Rio Grande – CBH GD2. About the study area, it was found that the average stretches of sub basins of the Santo Antônio river and the Mosquito stream are the core area where there is concentration of active gullies and paleovoçorocas. Compared with the literature, the study area has significant drainage network and a high density of rivers and springs. According to the calculations, the longitudinal profile of the river Santo Antônio is more balanced than the Mosquito stream. With regard to water quality, it was found that not all results met the quality standards of class 2, since several parameters were classified as class 3 or 4. The replacement of native vegetation field, savanna or forest, for forestry, particularly eucalyptus plantations, pastures and the plantations, especially brachiaria are major contributors to changes in geographical landscape. Thus, the reduction of native forest cover and increased forestry are a reality in the river Santo Antônio. The Serra das Vertentes is the place that still retains significant native forest fragments of semideciduous forest, which deserves feasibility studies for the implementation of a conservation area. Issues related to sanitation should be improved in the cities and rural communities, especially the collection and treatment of sewage and proper disposal of solid waste. Environmental Diagnosis of the river Santo Antônio is the initial part of the proposed development of an Environmental Management Plan for the Santo Antônio river basin.

Key words: the river Santo Antônio, socio-environmental diagnosis, systemic approach, Watershed Committee Sheds Rio Grande.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esboço de uma definição teórica de geossistema	38
Figura 2 – Perfis longitudinais do rio Santo Antônio	153
Figura 3 – Perfis longitudinais do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito	153
Figura 4 – Perfil geoecológico da bacia do rio Santo Antônio.....	163

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização da bacia do rio Santo Antônio	62
Mapa 2 – Unidades geológicas e litologias da bacia do rio Santo Antônio	65
Mapa 3 – Altimetria da bacia do rio Santo Antônio.....	71
Mapa 4 – Unidades geomorfológicas da bacia do rio Santo Antônio	73
Mapa 5 – Domínios hidrogeológicos da bacia do rio Santo Antônio.....	79
Mapa 6 – Hidrografia da bacia do rio Santo Antônio	82
Mapa 7 – Unidades de mapeamento e classes de solo da bacia do rio Santo Antônio	86
Mapa 8 – Cobertura vegetal da bacia do rio Santo Antônio	89
Mapa 9 – Aglomerados rurais na bacia do rio Santo Antônio	104
Mapa 10 – Uso e ocupação do solo da bacia do rio Santo Antônio	116
Mapa 11 – Imagem de satélite da bacia do rio Santo Antônio.....	117
Mapa 12 – Processos erosivos na bacia do rio Santo Antônio	124
Mapa 13 – Pontos de amostragem de água na bacia do rio Santo Antônio	136
Mapa 14 – Densidade de drenagem da bacia do rio Santo Antônio.....	146
Mapa 15 – Densidade de rios da bacia do rio Santo Antônio	149
Mapa 16 – Amplitude do relevo da bacia do rio Santo Antônio	151
Mapa 17 – Áreas prioritárias para conservação na bacia do rio Santo Antônio	156

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Objetivos, fundamentos e instrumentos da PNRH	32
Quadro 2 – Resumo das unidades geológicas e das litologias da bacia do rio Santo Antônio	66
Quadro 3 – Resumo das características hidrogeológicas, dos tipos de aquíferos e da favorabilidade hidrogeológica das águas subterrâneas da bacia do rio Santo Antônio.....	80
Quadro 4 – Principais atividades econômicas dos municípios da bacia do rio.....	107
Quadro 5 – Principais características do saneamento básico das sedes dos	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – População residente urbana e rural nos municípios da bacia do rio Santo Antônio, na UPGRH GD2 e em Minas Gerais: de 1991 a 2010.....	98
Tabela 2 – População residente por sexo nos municípios da bacia do rio Santo Antônio, na UPGRH–GD2 e em Minas Gerais: 2010	101
Tabela 3 – PIB dos municípios da bacia do rio Santo Antônio, da UPGRH-GD2 e de Minas Gerais: 2007	105
Tabela 4 – Distribuição das fisionomias da flora nativa e reflorestamentos na bacia do rio Santo Antônio e na UPGRH GD2	118
Tabela 5 – Dados morfométricos da rede de drenagem do rio Santo Antônio	143

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAF – Autorização Ambiental de Funcionamento
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA – Agência Nacional de Águas
APA – Área de Proteção Ambiental
APE – Área de Proteção Especial
APP – Áreas de Preservação Permanente
CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica
CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais S.A.
CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETEC – Centro Tecnológico de Minas Gerais
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CF – Constituição Federal
CGH – Central Geradora Hidrelétrica
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais (atual CODEMIG)
CODEMIG – Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPAM – Conselho de Política Ambiental
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CPRM – Serviço Geológico do Brasil
CT – Contaminação por Tóxicos
CTIL – Câmara Técnica Institucional Legal
CTOC – Câmara Técnica de Outorga e Cobrança
CTPP – Câmara Técnica de Planos e Projetos
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
Dd – Densidade de drenagem
DER – MG – Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais
DN – Deliberação Normativa

DNPM – Departamento Nacional de produção Mineral

Dr – Densidade de rios

ECO-92 – Segunda Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente

EFOM – Estrada de Ferro Oeste de Minas

EIA – Estudos de Impactos Ambientais

EMATER/MG – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas G.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

FHIDRO – Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais

FJP – Fundação João Pinheiro

FLONA – Floresta Nacional

Ga – Gigaano, bilhões de anos

Hm – Amplitude altimétrica máxima da bacia

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICE – Índice de Conformidade ao Enquadramento

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IEF – Instituto Estadual de Florestas

IET – Índice do Estado Trófico

IGA – Instituto de Geociências Aplicadas

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPHAN – Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IPSE – Índice de Pressão Socioeconômica

IQA – Índice de Qualidade das Águas

IRIS – Associação Instituto Rio Santo Antônio

LEMA – Laboratório de Estratégia e Meio Ambiente

Ma – Megaano, milhões de anos

MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná

ONG – Organizações Não Governamentais

ONU – Organização das Nações Unidas

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PDRH – Plano Diretor de Recursos Hídricos

PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos

PIB – Produto Interno Bruto

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PUC Minas – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

RIMA – Relatório de Impactos Ambientais

SECTES – Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

SEMA – Secretaria Especial de Meio Ambiente

SEMAD – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SIAM – Sistema Integrado de Informação Ambiental

SIBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SISEMA – Sistema Estadual do Meio Ambiente

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNMA – Secretaria Nacional do Meio Ambiente

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SUPRAM – Superintendências Regionais de Regularização Ambiental

UC – Unidade de Conservação

UFLA – Universidade Federal de Lavras

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFSJ – Universidade Federal de São João del Rei

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UHE – Usina Hidrelétrica

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

UPGRH GD2 – Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos dos Rios das Mortes e Jacaré

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
1. REFERENCIAL TEÓRICO	22
1.1. A temática ambiental: uma perspectiva histórica.....	22
1.2. Bacia hidrográfica: unidade de planejamento e de gestão ambiental	24
1.3. Recursos hídricos: aspectos históricos, legais e institucionais.....	30
1.4. Abordagem sistêmica: origem, definições e aplicações	34
1.5. Processos erosivos	41
1.6. Redes fluviais e análise morfométrica	43
2. MATERIAIS E MÉTODOS	49
3. DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO SANTO ANTÔNIO.....	60
3.1. Delimitação da área de estudo.....	60
3.2. Caracterização do meio natural	63
3.2.1. <i>Geologia</i>	63
3.2.2. <i>Geomorfologia</i>	67
3.2.3. <i>Clima</i>	72
3.2.4. <i>Hidrogeologia</i>	75
3.2.5. <i>Hidrografia</i>	78
3.2.6. <i>Pedologia</i>	83
3.2.7 <i>Vegetação nativa original</i>	85
3.3. Caracterização socioeconômica	91
3.3.1. <i>Ocupação histórica da região e formação política dos municípios</i>	91
3.3.2. <i>Aglomerações urbanas e rurais</i>	96
3.3.3. <i>Principais atividades econômicas</i>	103
3.3.4. <i>Saneamento básico: água, esgoto e resíduos sólidos</i>	106
3.4. Caracterização socioambiental	112
3.4.1. <i>Uso e ocupação do solo</i>	112

3.4.2. Recursos hídricos	127
3.4.3. Análise morfométrica da bacia do rio Santo Antônio	142
3.4.4. Áreas prioritárias para conservação da fauna e da flora	154
3.4.5. Perfil geoecológico.....	162
3.5. O Comitê de Bacia Vertentes do Rio Grande.....	164
CONSIDERAÇÕES FINAIS	168
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
APÊNDICE A – Unidades de mapeamento e principais características dos solos da bacia do rio Santo Antônio.....	195
APÊNDICE B – Aglomerados rurais da bacia do rio Santo Antônio	198
APÊNDICE C – Ordenação e quantificação dos canais de drenagem da bacia do rio Santo Antônio	208
APÊNDICE D – Densidade de drenagem da bacia do rio Santo Antônio	212
APÊNDICE E – Densidade de rios da bacia do rio Santo Antônio	213
APÊNDICE F – Amplitude do relevo da bacia do rio Santo Antônio	214
APÊNDICE G – Resumo de reuniões do CBH Vertentes do Rio Grande	215
ANEXO – Análises das águas da bacia do rio Santo Antônio	222

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas do século XX a questão ambiental, motivada pela exploração crescente dos recursos naturais e pelo aumento da degradação do meio ambiente, tem sido alvo de preocupações tanto na academia quanto na sociedade. A busca por um modelo mais sustentável teve nas Conferências Mundiais sobre o Meio Ambiente, realizadas pela ONU, seu marco de maior expressão. A partir de então, pensa-se em novos caminhos para o futuro da humanidade. Como exemplo, cita-se o desenvolvimento sustentável, que preconiza a integração entre crescimento econômico, preservação ambiental e justiça social.

Na busca pelo desenvolvimento sustentável propõe-se que as interpretações e as análises ambientais privilegiem abordagens que integrem fatores (aspectos) físicos, bióticos e antrópicos. Dessa forma, a sustentabilidade deve acontecer numa perspectiva sistêmica e a busca por soluções deve ocorrer de forma holística, considerando o aspecto integrador e relacional entre a natureza, o homem e sua cultura (FERREIRA, 2007). Ressalta-se que no meio acadêmico a sedimentação da abordagem sistêmica e, por conseguinte, da análise socioambiental, que propõe a integração entre esses aspectos, ainda é um desafio.

Sobre o paradigma sistêmico na Geografia, esse se insere na própria necessidade de reflexões críticas sobre a apreensão analítica do complexo ambiental, por meio da proposta de estudo que valorize a interação entre seus componentes socioeconômicos e naturais no conjunto de sua organização espaço-temporal. Assim, nesse contexto, surgem as propostas de cunho sistêmico e sua fundamentação integrada da abordagem do objeto de estudo e do entendimento do todo (sistema) e de sua inerente complexidade (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003).

Na abordagem sistêmica, a gestão de bacia hidrográfica e seu entendimento como unidade de planejamento, gestão e intervenção é um dos caminhos atualmente proposto. Nessa perspectiva, bacia hidrográfica é entendida como uma célula básica de análise ambiental, na qual está implícita a visão sistêmica e integrada do ambiente (BOTELHO; SILVA, 2004). Dessa forma, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise, de planejamento e de gestão ambiental é o caminho mais adequado para se tratar das questões de sustentabilidade. E para que essas se concretizem, a gestão de bacias hidrográficas deve

incorporar preocupações com as condições sustentáveis dos vários fatores em toda área da bacia. Destaca-se ainda que a gestão em nível de bacia hidrográfica está em consonância com o estabelecido pela Política Nacional dos Recursos Hídricos, Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997).

A bacia hidrográfica selecionada para estudo é a do rio Santo Antônio, que abrange quatro municípios integrantes da macrorregião mineira dos Campos das Vertentes e da microrregião de São João del Rei: Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada, Resende Costa e Ritápolis. O rio Santo Antônio é um importante afluente da margem direita do rio das Mortes, localizado na bacia federal do rio Grande. Destaca-se que as bacias de drenagem do rio das Mortes e do rio Jacaré são a área de atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH Vertentes do Rio Grande, Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos dos Rios das Mortes e Jacaré – UPGRH GD2. A área estudada, a bacia do rio Santo Antônio, é referência na literatura em degradação ambiental devido a processos erosivos e vem nos últimos anos sofrendo significativas transformações econômico-produtivas que devem ser estudadas e entendidas em uma perspectiva sistêmica e holística.

Assim, a partir de uma revisão bibliográfica sobre a abordagem sistêmica e a questão socioambiental, de informações temáticas levantadas junto aos órgãos públicos e de dados primários coletados na área de estudo foi realizado um Diagnóstico Socioambiental da bacia do rio Santo Antônio, integrando os aspectos físicos, bióticos, sociais e socioambientais. O estudo pretendeu contribuir para o conhecimento sistêmico da região e para futuras propostas de intervenção socioambiental.

Vários foram os motivos geográficos da escolha da bacia do rio Santo Antônio como área de estudo. O primeiro deles é a possibilidade de apresentar à sociedade local e ao CBH Vertentes do Rio Grande um diagnóstico sistêmico e holístico da bacia do rio Santo Antônio. Assim, as informações aqui levantadas poderão ser utilizadas pela sociedade civil organizada, pelo CBH ou pelas Prefeituras Municipais para o conhecimento e futuras intervenções socioambientais na área estudada. Em segundo lugar, considera-se que o estudo de gestão de bacia hidrográfica e seu entendimento como unidade de planejamento, gerenciamento e intervenção é um caminho promissor e está em consonância com a atual política federal de recursos hídricos, Lei Federal 9.433/97 (BRASIL, 1997), e com a política estadual, Lei Estadual 13.199/1999 (MINAS GERAIS, 1999). Em terceiro lugar, a região do rio Santo Antônio é citada na literatura como uma

área de referência em degradação ambiental devido a processos erosivos, sobretudo voçorocas (MOREIRA, 1992, MOREIRA et al., 2003, LARIOS; CALIJURI, 2012), contudo não foi ainda contemplada com um estudo sistêmico e focado nas questões socioambientais. O quarto motivo é que a região vem nos últimos anos sofrendo um processo de alteração econômico-produtiva, processo esse chamado de “modernização”, que precisa ser estudado e entendido em uma perspectiva sistêmica e holística. Esse processo acontece principalmente no campo, aonde as plantações de eucalipto e as pastagens plantadas vêm se tornando cada vez mais frequentes.

A escolha da área de estudo está relacionada ainda ao conhecimento prévio da região e à existência e atuação de uma ONG, Associação Instituto Rio Santo Antônio – IRIS, que tem como foco o desenvolvimento de ações de preservação ambiental na bacia do rio Santo Antônio, da qual o autor dessa dissertação é membro. Ademais, a escolha dessa área, bem como do tema da dissertação, concilia a atuação profissional do autor como analista ambiental da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD com os objetivos de aplicação prática dos conhecimentos propostos pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da PUC Minas.

O objetivo principal do trabalho é realizar um Diagnóstico Socioambiental da bacia do rio Santo Antônio considerando os aspectos abióticos, bióticos, antrópicos e socioambientais. Os objetivos específicos são: organizar, analisar e relacionar, a partir de bancos de dados disponíveis nos órgãos oficiais, o conjunto de informações temáticas ligadas aos aspectos físicos, bióticos e antrópicos da bacia do rio Santo Antônio; verificar em campo as principais informações levantadas, com o georreferenciamento e registro fotográfico das mesmas; e descrever e analisar o processo de implantação do CBH Vertentes do Rio Grande.

Para atingir aos objetivos propostos, a dissertação foi estruturada em três capítulos. A Introdução apresenta a definição do tema, sua problematização e a estrutura do trabalho, assim como a justificativa, o objetivo geral e os objetivos específicos. O primeiro capítulo (Referencial Teórico) traz um breve histórico da temática ambiental; reflexões sobre a recente orientação metodológica da utilização de bacias hidrográficas como unidade de planejamento e de gestão; informações sobre os aspectos históricos, legais e institucionais da gestão dos recursos hídricos no Brasil e em Minas Gerais; considerações sobre a

abordagem teórico-metodológica sistêmica e sua aplicação na elaboração do perfil geoecológico; ponderações a respeito de processos erosivos; e uma breve discussão sobre aspectos morfométricos e da dinâmica das redes fluviais. No segundo capítulo (Método, Técnicas e Materiais) são apresentados os materiais e as técnicas utilizados na construção da dissertação e a forma, ou o método, como foram trabalhados. O terceiro capítulo (Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Rio Santo Antônio) apresenta a localização e a delimitação da área de estudo; sua caracterização físico-natural, antrópica e socioambiental; e um histórico da atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica Vertentes do Rio Grande – CBH GD2. Na caracterização do meio físico foram considerados os seguintes aspectos: geologia, geomorfologia, clima, hidrogeologia, hidrografia, pedologia e vegetação nativa original. O diagnóstico do meio antrópico incluiu: a ocupação histórica da região e a formação política dos municípios, as aglomerações urbanas e rurais, as principais atividades econômicas e questões sobre saneamento básico (água, esgoto e resíduos sólidos). No diagnóstico socioambiental foram considerados: o uso e ocupação do solo (vegetação nativa remanescente, ocupação agrossilvipastoril e processos erosivos), os recursos hídricos (qualidade, vazão das águas superficiais, principais captações e outorgas), a análise morfométrica da bacia do rio Santo Antônio (ordenação dos canais fluviais, densidade de drenagem e de rios, amplitude do relevo e perfil longitudinal), as áreas prioritárias para conservação da fauna e da flora e o perfil geoecológico. Por fim, nas Considerações Finais foram feitas algumas reflexões sobre as condições socioambientais da bacia.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A humanidade, a partir da Revolução Industrial, transformou significativamente seu modo de produzir, de consumir e, portanto, de explorar os recursos naturais. Um dos resultados dessa mudança foi o aumento da degradação do meio ambiente. Em contrapartida, a consciência ambiental vem se consolidando, a exemplo dos encontros, fóruns e acordos mundiais realizados com o propósito de questionar o paradigma desenvolvimentista, consumista e degradador da atual sociedade.

A adoção de bacias hidrográficas como unidades de planejamento e de gestão ambiental, em uma perspectiva sistêmica, é uma das ferramentas nesse processo. No Brasil, a Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, inovou os debates ao estabelecer a atuação descentralizada e participativa nos processos de gestão em nível de bacia e no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica – CBH.

Destaca-se que os princípios da abordagem teórico-metodológica sistêmica foram os norteadores de nossa pesquisa. Essa abordagem propõe uma análise integrada das questões ambientais em seus aspectos abióticos, bióticos e socioeconômicos. Nessa perspectiva, a composição de uma bacia hidrográfica compreende elementos físicos, biológicos, sociais, políticos, culturais e econômicos numa interação que constitui a complexidade sistêmica. Essa interação e os próprios elementos dão ao sistema uma noção de organização e totalidade (CAMPOS, 2010).

1.1. A temática ambiental: uma perspectiva histórica

As transformações socioeconômicas advindas das Revoluções do século XVIII alteraram a relação homem-natureza. O processo de industrialização foi acompanhado, inicialmente nos países do hemisfério norte, por um rápido e irreversível processo de urbanização, pelo aumento nas taxas de crescimento da população, pela elevação nas taxas de consumo e, conseqüentemente, pela busca desenfreada por recursos naturais. As duas Revoluções Industriais, dos séculos XVIII e XIX, deram ao homem um poder de transformação da natureza nunca antes experimentado. Já no século XX, os países aumentaram a produção industrial e, por conseguinte, o consumo de recursos naturais e a

degradação ambiental atingiram índices preocupantes. Assim, os efeitos dessas alterações ambientais, juntamente com questões sociais, têm sido uma das maiores preocupações da academia e da sociedade civil e, dessa forma, a conciliação entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental um dos maiores desafios.

A busca por um modelo mais sustentável teve na segunda metade do século XX seu marco temporal, especialmente a partir das discussões em Estocolmo, na Suécia em 1972, com a realização da Primeira Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente. A principal temática discutida foi o desenvolvimento humano, sendo criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA. Em 1983, foi criada pela ONU a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento com o objetivo de reexaminar as questões críticas relativas ao meio ambiente. Nessa Comissão foi discutida a ideia de crescimento econômico integrado com preservação ambiental e equidade social, surgindo assim, em nível mundial, o termo desenvolvimento sustentável, embora a expressão *ecodesenvolvimento* já houvesse sido anteriormente empregada, em 1971, na Reunião de Founex (MENDONÇA, 2007).

Em 1987 por meio do Relatório Brundtland, ou Nosso Futuro Comum, elaborado pela citada Comissão, foi definido o conceito de desenvolvimento sustentável como um processo de transformação “[...] no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas.”¹ (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 49).

Foi precisamente na Segunda Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente realizada no Rio de Janeiro pela ONU, em 1992, denominada de ECO-92, que se estabeleceu oficialmente o princípio do desenvolvimento sustentável. Segundo esse, o crescimento econômico se faria com base na exploração racional dos recursos naturais, preservando o meio ambiente, o equilíbrio ecológico e combatendo as desigualdades socioeconômicas entre os homens e as nações. A partir de então, buscam-se novos

¹ Para Ferreira (2007), citando Sachs (1978; 1993), “[...] o desenvolvimento sustentável tem como meta, um modo de organizar a economia em que prevaleça uma solidariedade sincrônica e diacrônica entre as pessoas e entre as sociedades e que, concomitantemente, seja socialmente almejável, economicamente viável e ecologicamente possível. Na verdade, a questão da sustentabilidade tem sido objeto de extensos debates conceituais e metodológicos.” (FERREIRA, 2007, p. 39, nota 4).

caminhos para o futuro da humanidade, de forma a ser integrado crescimento econômico, preservação ambiental e justiça social, uma vez que: *“Com certeza, a sustentabilidade do planeta não se encontra apenas na defesa da natureza, mas também na mudança das relações de dominação entre os homens.”* (MENDONÇA, 2007, p. 27).

Na ECO-92 foi criada a chamada *Agenda 21*, que representou um compromisso político, a partir de um conjunto de metas, para promover o desenvolvimento sustentável em nível global ao longo do século XXI. Posteriormente, aconteceram mais duas Conferências Mundiais: a Rio+10, realizada em agosto de 2002 na cidade de Johannesburg, África do Sul, e a recente Rio+20 realizada em junho de 2012 novamente no Rio de Janeiro. Nessas Conferências foram avaliados os avanços e as dificuldades da implementação desse modelo mais sustentável. Na Rio+20 foi aprovado, pelos chefes de Estado dos 191 países participantes, um documento denominado de *O Futuro que Queremos*, como resultado final da Conferência (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012). No entanto, cientistas de várias partes do mundo assinaram um documento, encaminhado sem muito êxito aos chefes de Estado, apontando o crescimento demográfico e o consumismo como dois dos maiores desafios do mundo no caminho para a sustentabilidade (JORNAL DO BRASIL, 2012).

1.2. Bacia hidrográfica: unidade de planejamento e de gestão ambiental

As questões ambientais e a busca por um desenvolvimento mais sustentável devem ser tratadas dentro de uma abordagem sistêmica, na qual as análises ambientais integrem as condições físicas e bióticas às questões socioeconômicas. Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica é uma *“[...] unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos e processos que atuam na sua esculturação [...]”*, sendo, dessa forma, *“[...] uma das alternativas para o planejamento e gerenciamento ambiental”*. (MENDONÇA, 2007, p. 52).

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental já ocorre em vários países, como França, Espanha, Grécia, Reino Unido, Portugal e EUA (MENDONÇA, 2007). No Brasil, a utilização da bacia hidrográfica como unidade espacial de análise surgiu em vários trabalhos a partir das décadas de 1980-90, em substituição às

unidades político-administrativas ou quadriculas, essas definidas por intervalos de coordenadas geográficas (SILVA, 2009). E ainda, seu uso como unidade de análise de estudos ambientais tem crescido nas últimas décadas no Brasil (HADDAD, 2007). Assim, o planejamento ambiental surge como uma ferramenta para estudos que adotam uma visão integrada do meio ambiente e como forma de legitimar a busca pelo desenvolvimento sustentável (MENDONÇA, 2007).

Para compreender o planejamento ambiental, primeiro faz-se necessário apreender o conceito de planejamento, definido como: *“Processo em que se determina um conjunto integrado de ações e procedimentos para a consecução de um ou mais objetivos; definição das etapas, métodos e meios necessários para a realização de um trabalho, evento etc.”* (CALDAS AULETE, 2012). O planejamento físico-territorial, hoje denominado de planejamento ambiental, contém as noções de tempo, de espaço e de coletividade. O plano é um conjunto de projetos, avaliações, programas e decisões. O tempo é definido pelo plano e pela execução das ações previstas. O espaço é delimitado pela região geográfica proposta para execução das ações. A noção de coletividade é dada pelos objetivos do planejamento, que visam o desenvolvimento racional de um determinado território, a fim de melhorar as condições de vida das populações ali existentes (ORTH, 1991 apud SOARES, 2003).

Planejamento ambiental é um conjunto de metodologias e de procedimentos utilizado para analisar as consequências causadas ao meio ambiente e as ações propostas para entendê-las e para identificar as possíveis alternativas mitigadoras. Dessa forma, o planejamento ambiental não é um produto acabado, mas um processo político-administrativo que envolve a população e a classe política, sendo ambos agentes de correção, adaptação e concretização das propostas. Portanto, *“Pode-se dizer que o planejamento ambiental é todo esforço da civilização na direção da preservação e conservação dos recursos ambientais de um território, visando sua própria sobrevivência.”* (MENDONÇA, 2007, p. 28).

O território de uma bacia hidrográfica é um referencial social, político, econômico e cultural para a implantação de uma gestão ambiental sistêmica e complexa (CAMPOS, 2010). Os conceitos de sustentabilidade, gestão ambiental e bacia hidrográfica são correlacionados por Ferreira (2007) ao propor que:

Se a sustentabilidade pressupõe a compatibilidade entre viabilidade econômica, equidade social, autonomia política e preservação de potenciais ecológicos, a gestão ambiental é o instrumento por meio do qual se dá a promoção do desenvolvimento sustentável. Isso pode ser pensado a nível global, mas também a nível regional e local. Na escala regional, não há dúvida de que a bacia hidrográfica coloca-se como a unidade territorial mais adequada para as ações relacionadas à gestão ambiental integrada ou setorial. (FERREIRA, 2007, p. 39).

A gestão ambiental, como articuladora das interações ambientais, objetiva regulamentar o uso, a proteção, o controle e a conservação ambiental dos múltiplos agentes sociais que interagem em uma dada configuração espacial (CAMPOS, 2010). Assim:

A gestão ambiental deve envolver o conjunto de ações dos diferentes agentes sociais que agem em um dado território procurando sempre a garantia de que o aproveitamento dos recursos naturais seja coerente em relação às especificidades do meio ambiente. Trata-se, na verdade, de um conjunto de princípios, estratégias e diretrizes de ações e procedimentos adotados com a finalidade de proteção da integridade dos meios físico e biótico, e também dos grupos sociais que deles dependem, em um dado território. Em termos de políticas públicas, as atividades previstas envolvem o monitoramento, o controle e a fiscalização do uso dos recursos naturais, bem como o processo de estudo, avaliação e eventual licenciamento de atividades potencialmente poluidoras. Envolve, ainda, a criação de mecanismos legais, definição de parâmetros físicos, biológicos e químicos dos elementos naturais a serem monitorados e os limites de sua exploração. (FERREIRA, 2007, p. 38-39).

De acordo com Botelho (2010), os termos planejamento ambiental e gestão ambiental não devem ser utilizados como sinônimos, uma vez que planejamento ambiental é utilizado para definir “[...] *todo e qualquer projeto de planejamento de uma determinada área que leve em consideração fatores físico-naturais e socioeconômicos para a avaliação das possibilidades de uso do território e/ou dos recursos naturais [...]*”. Já o termo gestão ambiental deve ser utilizado quando o processo de planejamento atinge de fato “[...] *as etapas de estabelecimento e promulgação das normas de uso e suas aplicações [...]*”, estando esse termo ainda condicionado “[...] *à execução das propostas de uso, seu acompanhamento e controle.*” (BOTELHO, 2010, p. 275).

Para Hunka (2006, p. 16), “[...] *planejamento e gestão devem estar intimamente ligados, ambos são processos contínuos posto que a gestão dá continuidade ao planejamento e consiste na materialização de todas as ações previstas no Plano.*”

Acrescenta-se que a gestão ambiental é também constituída por uma política pública, que institui as diretrizes gerais do gerenciamento ambiental, articulando funções particulares das instituições e pondo em prática os instrumentos legais e seus procedimentos metodológicos na execução do planejamento ambiental (CAMPOS, 2010).

A gestão de bacia hidrográfica deve ser entendida como fruto da adoção do conceito de bacia como unidade de planejamento, gerenciamento e intervenção numa perspectiva de integração entre os vários fatores – físicos, bióticos e antrópicos – propostos no âmbito da gestão ambiental (FERREIRA, 2007). Destaca-se que deve ser diferenciada a gestão de bacias hidrográficas da gestão de recursos hídricos. A primeira se preocupa com as condições de sustentabilidade em toda área da bacia hidrográfica, já a segunda almeja uma adequada administração da oferta de água através da compatibilização dos diversos usos setoriais (LANNA, 1995).

Dessa forma, a gestão de bacia hidrográfica está voltada à formulação de princípios e diretrizes, à estruturação dos sistemas gerenciais e às tomadas de decisões, cujo objetivo final é promover, de forma coordenada, o inventário, o uso, o controle, a conservação e a proteção ambiental (LANNA, 2001). A gestão de bacia hidrográfica representa um instrumento e um caminho para a implementação do desenvolvimento sustentável, envolvendo os diversos setores da sociedade com seus interesses quase sempre variados (FERREIRA, 2007).

Portanto, a bacia hidrográfica se constitui num espaço “[...] *de planejamento e de gestão não somente dos recursos hídricos, mas também de suas interações ambientais, em que se procura compatibilizar as múltiplas interações, culturais, econômicas e sociais.*” (CAMPOS, 2010, p. 135). Nessa perspectiva, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise ambiental e intervenção, essa já no campo da ação, parece-nos ser a metodologia mais adequada para tratar de questões relacionadas ao planejamento e à gestão ambiental e para que de fato elas se concretizem.

A definição de bacia hidrográfica, segundo uma caracterização física, é recorrente na literatura, sendo definida, em termos gerais, como uma área drenada por um rio principal e seus afluentes, delimitada por divisores de água (GUERRA; CUNHA, 2000). Outros conceitos estão naturalmente associados à noção de bacia hidrográfica: cabeceiras ou nascentes, divisores de águas, cursos d’água principais, afluentes, subafluentes, etc.

Autores como Guerra e Cunha (2000), Botelho e Silva (2004) e Hunka (2006) apresentam uma visão mais humanizada da bacia hidrográfica. Nessa perspectiva, em termos ambientais, a bacia hidrográfica é a unidade ecossistêmica e morfológica que melhor reflete os impactos das interferências antrópicas (JENKINS et al., 1994 apud DILL, 2007) e onde se procura compatibilizar as diversidades demográficas, sociais, culturais e econômicas de uma região (HUNKA, 2006, p. 18).

Sobre a utilização dos termos bacia e microbacia, ainda não há consenso sobre uma definição clara entre eles, principalmente quanto à dimensão. Botelho e Silva (2004) verificaram que a maioria das pesquisas que utilizou o termo bacia hidrográfica compreendeu área entre 50 e 500 km² e os estudos que utilizaram o termo microbacia, as áreas de análise estavam entre 20 e 50 km². Para Rocha (1991 apud SILVA, 2009), o termo sub-bacia, que tem o mesmo conceito de bacia hidrográfica, se diferencia pelo deságue, que se dá diretamente em outro rio, e pela área, com dimensões que variam entre 200 e 3000 km².

Já as microbacias se diferenciam das sub-bacias pela dimensão, pois contemplam áreas inferiores a 200 km² (ROCHA, 1991 apud SILVA, 2009). Microbacia é definida pelo código florestal estadual, Lei Estadual nº 14.309/2002 (MINAS GERAIS, 2002), em seu artigo 17, inciso 5º, como: “[...] a área que se projeta sobre terra drenada por cursos d'água de terceira e quarta ordens ou por curso d'água de qualquer ordem com área drenada inferior a 1.000 km² (mil quilômetros quadrados).”²

Ainda para Botelho e Silva (2004, p. 159), o termo bacia hidrográfica “[...] pressupõe múltiplas dimensões e expressões espaciais (bacias de ordem zero, microbacias, sub-bacias) e que não necessariamente guardam entre si relação de hierarquia”. Nessa perspectiva, a área de drenagem do rio Santo Antônio, entendida como uma unidade de análise socioambiental, foi considerada na pesquisa como bacia hidrográfica. Assim, falou-se em bacia hidrográfica do rio Santo Antônio.

² Segundo o inciso 6º da mesma Lei Estadual nº 14.309/2002:

“§ 6º Os cursos d'água superficiais são classificados em quatro ordens, sendo:

I - de primeira ordem aqueles cujas águas sejam de domínio da União e drenem áreas iguais ou superiores a 1.000km² (mil quilômetros quadrados);

II - de segunda ordem aqueles que contribuam para os cursos d'água de primeira ordem e aqueles cujas águas sejam de domínio da União e drenem área inferior a 1.000km² (mil quilômetros quadrados);

III - de terceira ordem aqueles que contribuam para os cursos d'água de segunda ordem;

IV - de quarta ordem aqueles que contribuam para os cursos d'água de terceira ordem, assim considerados desde as nascentes até a confluência.” (MINAS GERAIS, 2002)

Destaca-se que uma ferramenta importante no processo de análise ambiental é o diagnóstico, que tem como propósitos principais a compreensão da dinâmica física, biótica e socioeconômica e a identificação dos principais problemas ambientais encontrados na área em estudo. Assim, o diagnóstico ambiental possibilita identificar as inter-relações entre a ação antrópica e a natureza e seus principais problemas (MENDONÇA, 2007).

Nessa linha de raciocínio, a análise socioambiental tem como um dos objetivos interpretar a realidade das condições socioambientais, identificando a dinâmica dos processos que interferem na sua qualidade, avaliando os principais problemas e as perspectivas de soluções, que subsidiam os planos de trabalhos e propostas de intervenções posteriores. Trata-se de um trabalho complexo, pois depende de uma capacidade de percepção, de observação, de interpretação e de sistematização dos vários processos sociais e naturais presentes e que muitas vezes têm causas, efeitos e abrangência maiores que a área estudada (PRIOSTE, 2007).

O envolvimento do fator humano no processo de avaliação, de planejamento e de gestão de bacias hidrográficas torna-os complexos, por exigir a adoção de modelos capazes de prever os impactos das atividades antrópicas a curto, médio e longo prazo, o que gera a necessidade de se estabelecer estratégias de planejamento e de controle mais eficazes. Assim, torna-se imprescindível a elaboração de diagnósticos ou de um processo de avaliação integrada que “[...] vá muito além da simples descrição dos elementos que compõe o sistema ‘Bacia Hidrográfica’, exigindo que se estabeleçam relações coerentes entre estes elementos [...]” (MARTINS, 2009, p. 27).

Nessa perspectiva, diagnóstico socioambiental é aqui entendido como a análise sistêmica e holística das condições físicas, bióticas e socioeconômicas e suas inter-relações. Destaca-se que o enfoque holístico propõe, de modo geral, que a natureza seja estudada e avaliada de forma integrada. Assim, os seus diversos componentes ou atributos devem ser vistos não como porções fragmentadas, mas como partes de um sistema complexo, que interagem entre si por meio de processos que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais (BOHRER, 2000). Portanto, com a elaboração do diagnóstico socioambiental fez-se uma caracterização da bacia do rio Santo Antônio procurando entender a sua dinâmica espacial e temporal em uma perspectiva sistêmica e holística.

1.3. Recursos hídricos: aspectos históricos, legais e institucionais

A história da gestão dos recursos naturais no Brasil, e em especial a dos recursos hídricos, foi vivenciada com a aplicação de diferentes modelos de gestão. Comumente, o Estado exercia um papel central, seja como legislador, agente promotor de usos específicos ou mesmo como agente moderador e incentivador da negociação em busca de soluções para os conflitos inerentes (BERLINCK, 2003).

No Brasil foram implantados três modelos de gestão dos recursos hídricos: o burocrático, o econômico-financeiro e o sistêmico de integração participativa. O primeiro deles, o modelo burocrático, foi assumido nos séculos XIX e XX e o Código das Águas, o Decreto 24.643 de 1934 (BRASIL, 1934) é seu maior exemplo institucional. Esse modelo tinha como objetivo predominante o cumprimento dos dispositivos legais. O gerenciamento tornou-se questão de polícia, não havendo possibilidade para conciliação dos conflitos (SETTI et al., 1991).

Já no segundo modelo, o econômico-financeiro, o Estado era o centralizador/gerenciador dos usos dos recursos hídricos e também um empreendedor. Esse modelo, instituído na segunda metade do século XX, foi caracterizado pelo emprego de instrumentos econômicos e financeiros pelo poder público, como forma de promover a integração territorial, a interiorização e o desenvolvimento regional (SETTI et al., 1991). Apresentava avanços se comparado ao anterior, como o estímulo ao planejamento estratégico das bacias, no entanto, as falhas estariam relacionadas à tentativa de promoção da gestão integrada da bacia hidrográfica sem assegurar as possibilidades de tratamento global dos problemas (FERREIRA, 2007).

O terceiro modelo, sistêmico e participativo, baseia-se na articulação de planejamento de longo prazo por bacia hidrográfica e se caracteriza pela criação de uma estrutura sistêmica. Essa se evidencia na matriz institucional de gerenciamento, responsável pela execução de funções gerenciais específicas, e na adoção de três instrumentos básicos: planejamento estratégico por bacia Hidrográfica; tomada de decisão através de deliberações multilaterais e descentralizadas; e estabelecimento de instrumentos legais e financeiros (SETTI et al., 1991). Esse modelo é o adotado pela atual Política Nacional de Recursos Hídricos, criada pela Lei Federal 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997). Entretanto, Ferreira (2007) assevera que, apesar da promulgação da Lei, no Brasil ainda

não existem muitas experiências de gestão de recursos hídricos segundo uma abordagem sistêmica.

Historicamente no Brasil, o Código das Águas de 1934 regulamentou a postura do Estado brasileiro frente à crescente demanda por água advinda da política de industrialização e, conseqüentemente, da necessidade de aproveitamento dos recursos hidroenergéticos. O Código incorporou, seguindo os interesses do setor urbano-industrial, a desvinculação da água com a propriedade da terra apenas para o aproveitamento de potencial hidrelétrico (FERREIRA, 2007). Destaca-se que a água foi considerada como domínio privado até a promulgação da Constituição Federal – CF em 1988 (BRASIL, 1988). Com relação à qualidade do recurso hídrico, houve, para a época, um avanço com o Código de 1934, uma vez que ficou proibida a contaminação das águas, o que causaria prejuízo a terceiros.

A CF inovou a questão dos recursos hídricos. Foi proposto um sistema nacional específico para sua gestão, incorporando meios eficazes para combater a contaminação e os conflitos pelo seu uso. Foram incorporados também os instrumentos para se promover uma gestão descentralizada e participativa, conforme já implantada em vários países (FERREIRA, 2007). Sobre a titularidade das águas, bem como seus derivados: lagos, lagoas, rios, mar territorial, praias, ilhas e os potenciais de energia hidráulica, pelos artigos 20 e 26, essas se tornaram bens públicos, do Estado ou da União.

No inciso XIX do artigo 21 da CF é relatada a gestão das águas, sendo competência da União a instituição do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e a definição de critérios de outorgas de direito de uso. Assim, após alguns anos de debate, em 1997, foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SNGRH pela Lei Federal nº 9.433 (BRASIL, 1997).

A PNRH foi fruto da evolução socioeconômica do país. Ela foi também inspirada nas experiências estrangeiras, principalmente a francesa (FERREIRA, 2007). Essa experiência francesa, segundo Campos (2010), estimulou a participação da sociedade civil organizada na gestão dos recursos hídricos. A estrutura descentralizada e participativa, para Magalhães Júnior (2007), foi o que conferiu um caráter moderno e inovador ao modelo implantado na França em 1964. A instituição da PNRH no Brasil também foi fortemente influenciada por outros fatores, como a Segunda Conferência Internacional

sobre Água e Meio Ambiente organizada pela ONU em Dublin, na Irlanda, e a ECO-92 sediada no Rio de Janeiro, ambas em 1992.

Na Conferência, foram produzidas várias recomendações sobre a gestão dos recursos hídricos, principalmente a da água doce, e um programa de ação denominado “*A Água e o Desenvolvimento Sustentável*”. Segundo o documento, a sustentabilidade quanto ao uso dos recursos hídricos somente seria alcançada mediante um compromisso político, envolvendo a participação dos governos em conjunto com a sociedade civil e com as comunidades envolvidas (FERREIRA, 2007).

Com a instituição da PNRH, o Estado brasileiro assumiu a implantação de uma nova ordem institucional na gestão de recursos hídricos. Nesse processo, a responsabilidade pelo gerenciamento desses recursos foi remetida a toda sociedade, por meio da proposição de uma política descentralizadora e participativa. Para tanto, a PNRH é sustentada por fundamentos, objetivos e instrumentos que estabelecem a gestão por bacias hidrográficas, no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica e das Agências de Água (FERREIRA, 2007).

Assim, a Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), em seu artigo 1º, elegeu a bacia hidrográfica como Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH, isto é, a bacia hidrográfica é o território para a implementação da PNRH e a área de atuação do SNGRH. Os fundamentos (artigo 1º), os objetivos (artigo 2º) e os instrumentos de gestão (artigo 5º) da PNRH são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Objetivos, fundamentos e instrumentos da PNRH

Fundamentos	Objetivos	Instrumentos
- A água é um bem público; - A água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico; - A prioridade no uso da água, em situações de escassez, é para o consumo humano e dessedentação de animais; - A gestão deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; - A bacia hidrográfica é a unidade básica de planejamento e gestão; - A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.	- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade; - A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável; - Prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos.	- Planos de Recursos Hídricos; - Enquadramento dos corpos de água em classes; - Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; - Cobrança pelo uso de recursos hídricos; - Compensação a municípios; - Sistema de informações sobre recursos hídricos.

Fonte: Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997)

Com relação à elaboração dos estudos necessários para a estruturação dos Planos de Recursos Hídricos, que é um dos mais importantes instrumentos da PNRH, destaca-se a Resolução nº 145 de 2012 (BRASIL, 2012) do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Sobre a elaboração de estudos no âmbito do CBH, em seu artigo 10º, ficou estabelecido que os Planos de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas serão constituídos pelas etapas de diagnóstico, prognóstico e plano de ações, sendo contemplados nos estudos os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, além de estabelecidas metas de curto, médio e longo prazos e ações para seu alcance.

No artigo 11º da Resolução afirma-se que na elaboração do diagnóstico deverá ser observada a situação atual dos recursos hídricos incluindo, dentre outros, a caracterização da bacia hidrográfica considerando aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos, políticos e culturais. No entanto, conforme Ferreira (2007, p. 54), apesar da previsão legal, no “[...] *que se refere à avaliação dos recursos hídricos superficiais, as instituições encarregadas da elaboração dos inventários têm recorrido a uma caracterização física analítica, portanto não sistêmica das bacias hidrográficas [...]*”.

Sobre a configuração institucional proposta pela Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997), o gerenciamento dos recursos hídricos ficou compartilhado entre os órgãos que integram o SNGRH (artigo 33): Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH); Agência Nacional de Águas (ANA); Conselho Estadual ou Distrital de Recursos Hídricos (CERH); órgãos dos Entes federados; Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) e Agências de Água. Portanto, os CBHs são uma peça-chave nessa organização institucional. Sobre sua atuação:

Os Comitês de Bacias Hidrográficas se traduzem em uma nova forma de organização e administração dos bens públicos no Brasil com a participação da sociedade civil organizada, dos usuários, dos governos municipais, estaduais e federal. Constitui o fórum de decisões no território da bacia hidrográfica, com as atribuições de promover os debates relacionados aos recursos hídricos; aprovar Planos de Recursos Hídricos para a bacia hidrográfica; arbitrar em conflitos entre usuários; monitorar a execução do Plano de Recursos Hídricos; e criar instrumentos e mecanismos para a cobrança de taxas. (Campos, 2010, p. 113-114)

Em Minas Gerais, a Lei Estadual 13.199 de 1999 (MINAS GERAIS, 1999) instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos – PERH. Essa, “[...] *em sua essência, pouco difere da PNRH, embora complemente a lei nacional em diversos pontos, constituindo, assim, uma legislação mais completa e abrangente.*” (MARTINS, 2009, p. 42). O autor

acrescenta ainda, que a legislação mineira sobre recursos hídricos e sobre o meio ambiente em geral é considerada umas das mais rígidas e completas do país. Destaca-se que as políticas nacional e estadual estão muito bem estruturadas teoricamente. No entanto, na prática, a execução da política de recursos hídricos não tem sido satisfatória, faltam Planos Diretores e Comitês estruturados. *“Em suma, falta informação, falta iniciativa, falta fiscalização, embora a legislação de Recursos Hídricos de Minas Gerais seja considerada uma das mais rígidas e completas do país.”* (MARTINS, 2009, p. 43).

Sobre o processo de implantação da gestão de bacias hidrográficas no Brasil afirma Ferreira (2007):

Na verdade, a gestão verdadeiramente integrada é um dos grandes desafios da PNRH [...]. Cabe, ainda, destacar as dificuldades relacionadas à efetiva participação. Nesse aspecto, o sistema deve atrair os interessados, que precisam estar capacitados para participar. [...]

O princípio da gestão descentralizada, integrada, colegiada e participativa, ainda está no seu início e os entraves são significativos. Existe certo paradoxo na legislação brasileira, que por um lado abre possibilidades para a participação da sociedade civil, mas supõe certo acesso às informações técnicas. [...]

Felizmente podemos destacar vários avanços, dentre eles o reconhecimento da água como um patrimônio público e como um recurso natural de valor econômico; a ampla aceitação acerca da necessidade de se implantar o planejamento e a gestão; a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão; a busca incessante de modelos de sistemas de gestão; a implantação de medidas de regulação do uso e da cobrança do recurso e de controlar a qualidade e os processos de degradação de mananciais; as tentativas de se promover a gestão envolvendo a participação coletiva na tomada de decisões entre os diversos usuários envolvidos, procurando sempre amenizar conflitos de uso múltiplo. (FERREIRA, 2007, p. 56-57).

Enfim, no contexto atual de implantação e fortalecimento dos CBHs, a gestão descentralizadora e participativa dos recursos hídricos tem se tornado um desafio, no entanto, não se pode deixar de reconhecer os avanços advindos com implantação das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos.

1.4. Abordagem sistêmica: origem, definições e aplicações

No mundo ocidental, a abordagem sistêmica veio em contraposição ao pensamento cartesiano/newtoniano, que estabeleceu o paradigma mecânico do Universo nas ciências. Dessa forma, o Universo, linear e previsível, seria uma máquina explicada pela

organização e pelo movimento de suas partes e regida por padrões lineares de ações/reações que sempre se repetiriam. Esse paradigma, dominante entre os séculos XVI e XIX, envolvia tanto as ciências de base, como a Física e a Matemática, como as biológicas e humanas (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003).

Na perspectiva cartesiana, a relação humana com o ambiente se estabelece primeiramente por uma compreensão analítica, passando para a predição e consequentemente para a dominação/expropriação. Conforme Vicente e Perez Filho,

Esse aspecto fica nítido na sempre presente tentativa de formulação de leis amplamente aplicáveis aos mais diversos fenômenos, assim como na ideia de uniformidade e ciclicidade de todo e qualquer processo, sendo o conjunto de relações subjacentes ao próprio funcionamento do elemento em si. O ambiente passa a refletir, de maneira mais pronunciada, as formas baseadas na exploração e na expropriação da natureza. (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003, p. 327).

Diversos pensadores (como o próprio Newton, Leibniz, Nicolau de Cusa, Vico, ibn-Kaldun, Hegel, Marx, Fourier, Carnot, Jaule, dentre outros), mesmo que esporadicamente e em algum momento, trabalharam com a noção de sistemas, principalmente ao se depararem com questões não completamente respondidas pela lógica cartesiana. No entanto, quem primeiro tentou sistematizar filosoficamente o conceito de sistemas, mas sem êxito no meio acadêmico, foi Bertalanffy, em um seminário de filosofia realizado em 1937. Após a Segunda Guerra Mundial, momento de questionamentos em várias esferas, com a publicação de um artigo na revista *Science* (1950) e com sua obra intitulada *Teoria Geral dos Sistemas* (1973), suas ideias foram mais bem aceitas, dando-se, assim, os primeiros passos para a compreensão geral de sistema (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003).

A proposta elaborada por Bertalanffy buscava uma linguagem científica única que envolvesse todos os campos do conhecimento: Biologia, Engenharia, Física, Matemática, Psicologia, Ciências Sociais, Ciências da Terra e outras. Isso aconteceria por meio da definição e análise de componentes e estruturas funcionais inerentes a todos os campos da realidade, sendo esses os suportes para a compreensão dos sistemas (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003).

São várias as definições de sistema. Segundo Hall e Fagen (1946, apud CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 106), sistema é “[...] um conjunto dos elementos e das relações entre eles e seus atributos [...]”. Bertalanffy (1973, apud VICENTE; PEREZ

FILHO, 2003, p. 329) afirma que sistema é “[...] *um conjunto de elementos em interação.*” Para Christofletti (1997, p. 9), “[...] *um sistema é constituído por um conjunto de elementos interconectados que funcionam compondo uma complexa entidade integrada.*” Para Capra (1982 apud CAMPOS, 2010, p. 24): “*A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de unidades menores.*” Conforme Vicente e Perez Filho, a abordagem sistêmica delinea:

[...] uma proposta de cunho multidisciplinar que transcende o ambiente físico-químico ou sociocultural *stricto sensu*, buscando a complexidade do ambiente percebido pelo Homem como o verdadeiro espaço para a necessária interação entre aplicação/compreensão, onde o ambiente e sua complexidade nos re-ensina a apreendê-lo como um todo, abrangendo relações físicas, químicas, biológicas, e socioculturais. (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003, p. 331).

Pelas relações de casualidade e complexidade, os sistemas podem ser classificados em fechados ou abertos. Nos sistemas fechados, os elementos têm seus princípios de interação regidos pelos conceitos tradicionais da Física, assim, os fluxos de energia e matéria estão controlados dentro do ambiente (fechado). Esse tipo de sistema rege-se pelo princípio da equifinalidade, assim: “[...] *em qualquer sistema fechado o estado final é inequivocamente determinado pelas condições iniciais [...] as condições finais dos reagentes dependem naturalmente das condições iniciais.*” (BERTALANFFY, 1973 apud VICENTE; PEREZ FILHO, 2003, p. 330). Já nos sistemas abertos, o ambiente é dinâmico e extremamente complexo: “[...] *as condições iniciais sofrem a influência direta de um número enorme de variáveis e variantes em processo constante de reações e contrarreações, expressas nas oscilações de seus níveis de entropia.*” (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003, p. 331).

Foram várias as concepções teóricas e os conceitos desenvolvidos a partir da ideia de sistemas abertos, dando, assim, base à abordagem sistêmica, principalmente a partir de meados do século XX (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003). Destaca-se que se enquadram na concepção de sistemas abertos desde uma única célula até as cidades, a economia, a sociedade e o que particularmente nos interessa: as bacias hidrográficas. Ressalta-se, assim, que a abordagem sistêmica foi a norteadora da dissertação.

Uma vertente teórica merece destaque dentro da Geografia e no âmbito da abordagem sistêmica: a teoria geossistêmica. A concepção principal do geossistema é a análise dos aspectos físicos integrada com os aspectos socioeconômicos (HUNKA, 2006; CASTRO, 2008). Ressalta-se que esta é justamente a principal contribuição da teoria geossistêmica para nossa pesquisa: a proposta de considerar a integração entre os meios abiótico, biótico e antrópico na análise ambiental.

Na Geografia Física, a proposta geossistêmica faz parte de um conjunto de tentativas ou de formulações teórico-metodológicas que surgiram da necessidade de se lidar com os princípios da interdisciplinaridade, da síntese, com a abordagem multiescalar, a dinâmica e seus prognósticos. A inspiração para a teoria geossistêmica foram os naturalistas do século XIX, com nomes como von Richthofen e von Humboldt, cujas práticas foram reproduzidas pelas sociedades geográficas do início do século XX. No entanto, a estruturação dessa teoria somente ocorreu ao longo da segunda metade desse século (RODRIGUES, 2001).

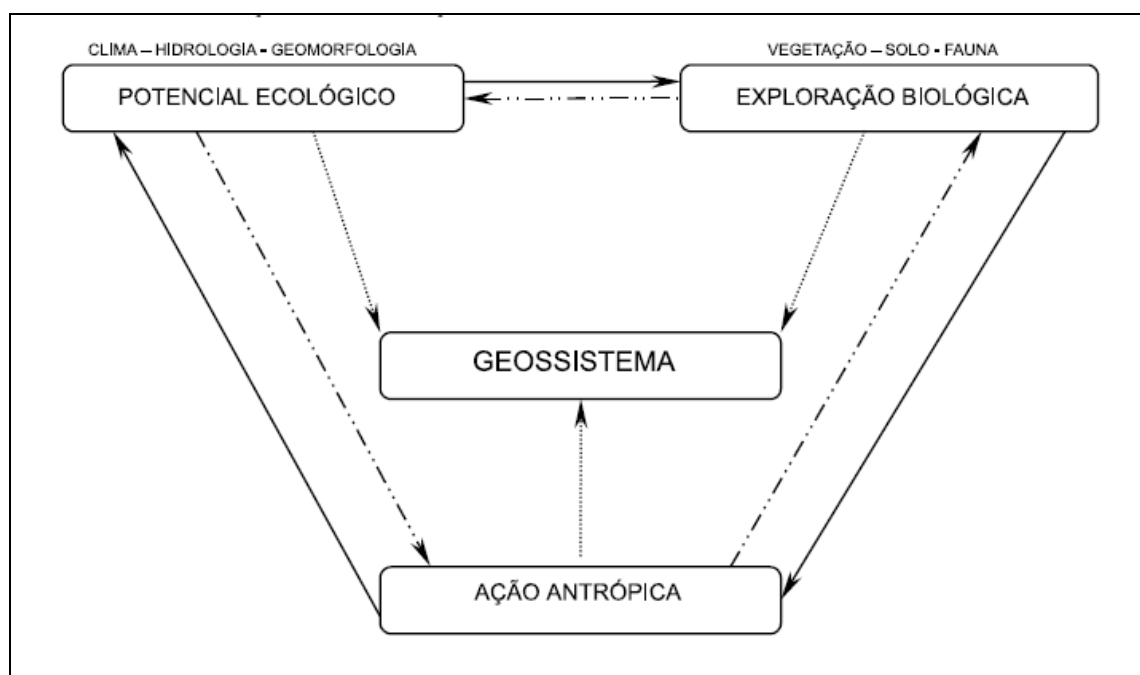
A discussão geossistêmica foi introduzida na literatura pelo russo Sotchava (1962) e por Bertrand (1968). O conceito de geossistema, em Sotchava, refere-se a fenômenos geográficos, cujo objetivo é centralizar os aspectos integradores dos elementos naturais no espaço, em contraposição aos aspectos da dinâmica biológica dos ecossistemas (CHRISTOFOLETTI, 1999). Para Sotchava, “[...] os geossistemas, embora sejam considerados ‘fenômenos naturais’, devem ser estudados à luz dos fatores econômicos e sociais que influenciam sua estrutura.” (RODRIGUES, 2001, p. 73). Segundo Ross (2006, p. 24), os geossistemas em Sotchava “[...] são uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados.” Dessa forma, “A unidade dinâmica manifesta-se no espaço físico-territorial, para possibilitar a distribuição (participação) de todos os componentes de um geossistema, assegurando sua integridade funcional.”

Em um artigo publicado na França em 1968 e traduzido em 1971 para o português, Bertrand introduziu o conceito de geossistema baseado na construção do conhecimento sobre o que foi denominado de “ciência da paisagem” (ROSS, 2006). As paisagens terrestres seriam então classificadas em seis níveis taxionômicos: zona, domínio, região (unidades superiores), geossistemas, geofáceis e geótopo (unidades inferiores). Geossistema é um complexo essencialmente dinâmico, sendo o resultado (Figura 1) da relação entre o potencial ecológico (clima, hidrologia, geomorfologia), a exploração

biológica (vegetação, solo, fauna) e a ação antrópica. O estado clímax do geossistema seria atingido com o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica (BERTRAND, 2004).

De acordo com Beroutchachivili e Bertrand (1978 apud CASTRO, 2008), não há divergência entre as propostas de Sotchava e de Bertrand, a diferença está na forma de classificação do meio natural, isto é, enquanto Sotchava faz a classificação (hierarquização) das tipologias com base na biogeografia, Bertrand relaciona a tipologia às ordens taxonômicas do relevo. Os autores (Sotchava e Bertrand) indicam que a proposta geossistêmica implica em uma reflexão de conjunto, na qual a análise natural é acompanhada de uma análise social, incluindo definitivamente o homem nas discussões sobre o ambiente. *“Em síntese, para estes autores, a prática da análise integrada do ambiente deve considerar a influência das atividades e da cultura humana na dinâmica abiótica e biótica do meio.”* (CASTRO, 2008, p. 41).

Figura 1 – Esboço de uma definição teórica de geossistema



Fonte: BERTRAND, 2004, p. 146

No Brasil, o conceito de geossistema foi primeiramente utilizado por Monteiro a partir do final da década de 1960 (CASTRO, 2008; RODRIGUES, 2001). Seu objetivo era buscar um novo paradigma que incluísse uma análise da inter-relação entre o homem e a

natureza, ou seja, “[...] *uma concepção teórica de efetiva integração nas diferentes esferas que compõem o escopo geográfico [...]*” (MONTEIRO, 2000, p. 11). Para tanto, Monteiro (2000) aliou à sua percepção pessoal as experiências e procedimentos de outros pesquisadores, testando-os, experimentando-os e ampliando-os em face da realidade brasileira. O autor afirma que, na interpretação da dinâmica do geossistema, a análise da questão ambiental deve ser feita de forma integrada e sintetizada das relações entre as esferas bióticas e abióticas, em uma integração natural-antrópico, considerando as variáveis temáticas: clima, geologia, litologia, drenagem, usos e ocupação do solo, dentre outras.

Fazendo uma reflexão sobre a aplicação do conceito de geossistema no Brasil, Monteiro (2000) afirma que esse conceito ainda não se firmou como um “*paradigma*” para a Geografia, nem mesmo para a Geografia Física, e ainda continua sendo “[...] *abstrato e irreal, disputando lugar com vários outros congêneres: ecossistema, geoecossistema, paisagem e unidade espacial ‘homogênea’, etc.*” (MONTEIRO, 2000, p. 103). Já para Rodrigues (2001) a incorporação do conceito de geossistema no Brasil apresenta dificuldades, não sendo realizados esforços em conjunto para sua compreensão e aplicação na Geografia.

Por fim, apesar das dificuldades para sua implantação, a concepção de geossistema pode contribuir para estudos que procuram estabelecer conexões entre a natureza e a sociedade, especialmente os que se focam nas bacias hidrográficas. Assim, as ideias sistêmicas e/ou geossistêmicas podem contribuir “[...] *quando se trabalha as questões sociais, econômicas e ambientais associadas, já que a bacia é o resultado do processo de interações de energia e matéria ligadas a diretas relações homem-natureza.*” (HUNKA, 2006, p. 34).

Perfil geoecológico

O perfil geoecológico configura-se como uma forma de estudar e representar linearmente fatores geográficos de uma dada área ou paisagem. Relacionando perfil geoecológico e geossistema, Mikosik et al. (2013) afirmam que a organização dos elementos integrados no perfil geoecológico faz alusão à ideia da forma e estrutura do geossistema proposto por Bertrand (1971), “[...] *em que os geohorizontes são estruturas*

verticais homogêneas que se superpõem umas as outras e as geofácies correspondem a distribuição horizontal de elementos de características similares com distinção superficial.” (MIKOSIK et al., 2013, p. 2).

O perfil geoecológico traduz as condições ambientais da área em estudo, uma vez que representa cartograficamente seções do espaço geográfico e faz correlações entre os elementos de interesse representados no transecto. Na integração desses elementos no perfil é possível interpretar as condições ambientais atuais de cada local como também do ecossistema como um todo. Portanto: *“O perfil geoecológico é uma técnica de interpretação integrada das condições ambientais.”* (LEVIGHIN; VIADANA, 2002, p.19).

Na elaboração do perfil geoecológico, os transectos são distribuídos de maneira sequencial, permitindo a leitura horizontal de cada informação cartografada, como também uma leitura vertical de fácil correlação e interpretação (TROPPMAIR, 1989). No perfil são correlacionados fatores fisiográficos e humanos da paisagem, permitindo entender os processos condicionantes do ecossistema, como os elementos se distribuem no espaço estudado e como uns interferem nos outros (LEVIGHIN; VIADANA, 2002).

A articulação e a integração dos elementos bióticos, abióticos e antrópicos, que atuam de forma dinâmica nas unidades da paisagem, facilitam a detecção das suas potencialidades e fragilidades quando da análise do perfil geoecológico (LUIZ, 2007). As variáveis bióticas e abióticas utilizadas nos perfis permitem demonstrar, de forma sintética, as condições da área de estudo (TROPPMAIR, 1989). Esse instrumento técnico fornece alguns componentes necessários para planejar a ocupação racional do território (LEVIGHIN; VIADANA, 2003). Assim, através da construção de perfis geoecológicos, é possível a análise integrada dos diferentes elementos que contribuem para a construção da paisagem: a topografia, a geologia, a geomorfologia, a pedologia, o uso e ocupação do solo etc. (SILVA, 2012).

Monteiro (2000) utilizou o recurso dos perfis geoecológicos para representar os geossistemas. Para o autor, um grande quadro geral de articulações, como na técnica dos perfis geoecológicos, possibilita facilmente o confronto entre as diferentes unidades da paisagem, seus indicadores, atributos e usos, problemas configurados e sugestões para ações planejadas.

Para a área de estudo, foi elaborado um perfil geoecológico cortando as duas sub-bacias em que pode ser subdividida a bacia do rio Santo Antônio: a do próprio rio Santo

Antônio e a do ribeirão do Mosquito, o que permitiu, de forma sintética, avaliar e comparar as condições físicas, bióticas e socioambientais.

1.5. Processos erosivos

Os processos relacionados com a alteração da estrutura e dos atributos do solo são: erosão hídrica, compactação, acidificação, exaustão de nutrientes e diminuição do carbono orgânico e da biodiversidade. Dentre esses processos, as erosões são um dos maiores desencadeadores da degradação dos solos, o que contribui para a diminuição do potencial produtivo das terras, bem como para o assoreamento e decréscimo da qualidade dos recursos hídricos (RANIERI et al., 1998).

Erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado de partículas do solo causado, entre outros fatores, pela ação da água, a chamada erosão hídrica, ou do vento, a erosão eólica (FERREIRA et al., 2011). A erosão hídrica é ocasionada pela ação da força das águas da chuva ou da irrigação, que atuam desagregando as partículas do solo, através do impacto direto das gotas e transportando essas partículas por arrastamento. A precipitação é o fator climático de maior importância na erosão hídrica do solo, devido à ação erosiva exercida pelo impacto das gotas e pelo escoamento superficial produzido (FUJIHARA, 2002).

O relevo também influencia, nesse processo, pois quanto mais íngreme e longa for a encosta, tanto maior será a concentração do escoamento superficial. Outro condicionante é a capacidade de infiltração de água no solo, se for baixa torna-o mais propenso ao escoamento superficial e, conseqüentemente, ao transporte de sedimentos. Solos ricos em silte e areia e pobres em matéria orgânica são mais propensos aos processos erosivos, em razão da pequena resistência que oferecem ao desprendimento de partículas durante a precipitação. Dessa forma, quanto menor for a estabilidade dos agregados e a capacidade de infiltração de água no solo, maior será a suscetibilidade do solo aos processos erosivos (CASARIN, 2002).

Destaca-se que o processo erosivo pode ser natural ou antrópico. Em ambientes com cobertura vegetal natural e sem pressão de fatores antrópicos o processo é denominado de erosão natural ou geológica. Esse tipo de erosão se manifesta de forma muito lenta, sendo perceptível após um longo período. Já a erosão antrópica ou acelerada é

fruto da ocupação inadequada dos solos por atividades agropecuárias ou urbanas. As condições mais favoráveis para o início do processo erosivo estão presentes em solos sem cobertura vegetal, compactados e recentemente movimentados. Nesses ambientes, há aumento da desagregação do solo, diminuição da capacidade de infiltração de água e, conseqüentemente, aumento do escoamento superficial (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

A erosão hídrica é caracterizada pelas duas formas principais: erosão laminar e erosão linear. A erosão laminar é a remoção, com certa uniformidade, da camada superior do solo, sendo comum até mesmo em áreas com pequeno grau de declividade. Esse processo deixa poucos sinais visíveis no solo, mas é perceptível pelo aumento da turbidez nos cursos d'água, pelo aparecimento de coloração mais clara do solo, pela exposição de raízes e pela queda da produtividade agrícola (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

A erosão linear é causada por concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, o que resulta em incisões no solo na forma de sulcos, ravinas, voçorocas e solapamento de margens de canal. A erosão em sulcos acontece quando a enxurrada escorre por pequenas irregularidades do terreno, formando riscos mais ou menos profundos. As ravinas são feições de maior porte, com profundidade variável e não atingindo o nível de água subterrâneo. Os solapamentos de margens de canal são causados pela dinâmica dos cursos d'água, fazendo desbarrancar suas margens (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

As voçorocas são o estágio final dos processos erosivos, sendo geralmente ocasionadas por grandes concentrações de escoamento superficial em um mesmo sulco, assim, há deslocamento de grandes massas de solo e formação de grandes cavidades em extensão e profundidade (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999). Além do escoamento superficial nas vertentes, as voçorocas também podem surgir pelo colapso de túneis subsuperficiais ou a partir de movimentos de massa, que são movimentos de materiais desagregados em direção a partes mais baixas do relevo por ação da gravidade (MOREIRA, 1992).

Ressalta-se que, nas erosões lineares, especialmente nas voçorocas, ocorre a ruptura do equilíbrio natural do solo, o que gera grandes prejuízos devido à perda tanto de solos, e, portanto, da capacidade produtiva das terras, quanto de investimentos públicos e privados, especialmente em obras de infraestrutura. Assim, as voçorocas, por não serem

eliminadas por meio de práticas normais de manejo, impedem o cultivo ou o uso do solo para qualquer outra finalidade (FERREIRA et al., 2011).

Para a área de estudo, foram apresentados dados secundários sobre o número e a distribuição das voçorocas e feitas algumas correlações entre as localizações e os fatores naturais e antrópicos relacionados a esse tipo de processo erosivo.

1.6. Redes fluviais e análise morfométrica

O equilíbrio de redes fluviais é uma das aplicações do conceito generalizado de entropia. A ideia de entropia foi introduzida na Termodinâmica Clássica para representar a fatalidade ao equilíbrio estático final nos sistemas termodinâmicos, tema desconhecido na Mecânica Clássica. Dessa forma, até atingir seu valor máximo no estado de equilíbrio estático, a entropia do sistema cresce monotonicamente (MOREIRA et al., 2012).

O conceito de entropia na avaliação da morfologia fluvial foi introduzido por Leopold e Langbein (1962 apud MOREIRA et al., 2012). Por analogia à entropia termodinâmica, a rede fluvial, como um sistema geomorfológico, é um sistema aberto em estado de regime permanente – equilíbrio dinâmico temporário – havendo dois estados ou tendências na distribuição de energia: um estado em que a taxa de dispersão de energia é uniformemente distribuída e outro em que o sistema executa um trabalho mínimo. Portanto, a análise da rede de drenagem, sob o enfoque da termodinâmica, demonstra que o conceito de equilíbrio dinâmico rege os sistemas fluviais.

Os conceitos ligados à entropia – equilíbrio estático final, equilíbrio estático, equilíbrio dinâmico, equilíbrio dinâmico temporário etc. – são aplicáveis também às bacias hidrográficas, que se constituem em um sistema aberto. Assim,

Nos sistemas abertos, como a rede fluvial, que troca matéria e energia com sua vizinhança, o equilíbrio estático é precedido por um ou mais estados de equilíbrio dinâmico temporário (regime permanente), existindo, pois, uma sucessão desses estados que correspondem a máximos relativos de entropia precedendo o máximo absoluto final. O crescimento da entropia foi relacionado, por Clausius, com a ocorrência de fenômenos irreversíveis, como a troca de calor sob diferença de temperatura finita, a difusão, a resistência ao movimento (atrito, viscosidade, etc.). Na rede fluvial, a irreversibilidade é atribuída à escavação do solo, à dispersão de suas partículas na água, ao transporte desse material para baixo, etc. Diz-se, a respeito, que a energia total é

conservada, mas sua disponibilidade para causar a evolução do sistema decresce à medida que a entropia deste aumenta, ou que a energia é dissipada, e não consumida, pela irreversibilidade.” (MOREIRA et al., 2012, p.1).

Nessa perspectiva, Yang (1971, apud MOREIRA et al., 2012) propôs as teorias da queda média dos rios e da taxa mínima de gasto de energia pelo sistema fluvial. De acordo com essas teorias, os rios, durante sua evolução na direção de uma condição de equilíbrio, constroem seu curso de forma que a taxa de dispersão de energia potencial por unidade de massa de água seja mínima. Assim, durante o processo para atingir o equilíbrio estático final, os rios passam pela condição de equilíbrio dinâmico, ou seja, reajustam-se de tal forma que há um balanço entre o trabalho executado e os sedimentos carregados.

A análise morfométrica é uma ferramenta importante nos estudos morfológicos de bacias hidrográficas e na definição de seus estágios de desenvolvimento. Ela possibilita uma apreciação quantitativa da área de estudo, cujas principais características são obtidas usando os valores de um conjunto de parâmetros (LIMA; CORRÊA, 2013). Destaca-se que, quando as redes hidrográficas atingem o estágio de equilíbrio, temporário ou final, suas respectivas bacias também estão equilibradas e adaptadas às condições ambientais (GARBOSSA, 2003).

A morfologia regional das bacias hidrográficas é, resumidamente, consequência das adaptações do sistema de drenagem aos demais elementos naturais. Assim, por exemplo, a rede de drenagem está adaptada às condições litológicas e estruturais do substrato geológico. Com relação à geomorfologia, as bacias hidrográficas relacionam-se com a evolução da paisagem como um todo, uma vez que as bacias de drenagem são também modeladas pela erosão fluvial (GARBOSSA, 2003).

Os parâmetros morfométricos utilizados no estudo da bacia do rio Santo Antônio foram: ordenação dos canais fluviais, densidade de drenagem – Dd, densidade de rios – Dr, energia ou amplitude do relevo – Hm e perfil longitudinal.

O sistema de ordenação dos canais fluviais foi inicialmente proposto Horton (1945) e adaptado por Strahler (1957), sendo conhecido como lei do número de canais ou lei de Horton-Strahler (HUBP, 1988; PRIOSTE, 2007; LIMA, 2008). Nesse sistema, a ordem de um curso d'água é a medida de sua ramificação dentro de uma bacia. Assim, um curso d'água de primeira ordem é um tributário sem ramificações, um curso d'água de segunda ordem é um afluente formado pela junção de dois ou mais cursos d'água de primeira

ordem, um de terceira ordem é formado por canais de segunda ordem e assim sucessivamente. A ordem principal é definida como a maior ordem do curso d'água.

O estudo da densidade de drenagem – Dd, ou densidade da rede de canais, ajuda a explicar a dinâmica de uma bacia, uma vez que expressa a quantidade disponível de canais de escoamento e o grau de dissecação topográfica da paisagem elaborada pela atuação fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1981). A Dd também está relacionada com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia, uma vez que quanto mais canais, mais tempo a água permanece na bacia (LIMA, 2008). Dessa forma, uma Dd relativamente baixa significa uma resposta rápida da bacia a uma precipitação (PRIOSTE, 2007). Acrescenta-se ainda que altas densidades de drenagem podem estar relacionadas a transporte de elevadas taxas de sedimentos (GARBOSSA, 2003).

As diferenças na densidade de drenagem dependem de fatores como a declividade das vertentes, a cobertura vegetal, o tipo de substrato geológico e a precipitação, sendo esse último o fator mais relevante. Portanto, a importância do estudo da densidade da rede de drenagem decorre de sua relação com os elementos que compõem a bacia hidrográfica – geologia, solos, relevo, vegetação, uso do solo e precipitações – e com o grau de dissecação topográfica da paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1981).

O clima atua diretamente no regime e na vazão dos cursos d'água e indiretamente influencia a vegetação. Dentre as características físicas, a rocha e o solo também são fundamentais, pois determinam a maior ou menor resistência à erosão. Baixas densidades de drenagem estão geralmente associadas a regiões com rochas e solos permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade (LIMA, 2008). Ao contrário, na ocorrência de rochas e solos mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, o que possibilita a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem (RITELA; SOUZA, 2008).

O cálculo da densidade de drenagem foi primeiramente proposto por Horton (1945 apud GARBOSSA, 2003) e utilizado, no Brasil, por Freitas (1952 apud GARBOSSA, 2003). Horton (1945) definiu densidade de drenagem como sendo a razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica (LIMA, 2008). Tal parâmetro morfométrico é calculado pela seguinte fórmula: $Dd = L/A$, em que:

Dd = densidade de drenagem (km/km²);

L = comprimento total de todos os canais (km);

A = área da bacia hidrográfica (km^2).

Para o cálculo da densidade de rios – D_r , ou densidade hidrográfica ou densidade da rede de drenagem, considera-se a relação entre o número de rios ou curso d'água e a área da bacia hidrográfica. Esse índice foi primeiramente definido por Horton (1945 apud RITELA; SOUZA, 2008). A D_r representa o comportamento hidrográfico da bacia em um dos seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características geológicas, climáticas e pedológicas da área (FREITAS, 1952 apud RITELA; SOUZA, 2008). Assim, a quantidade de cursos de água existente em uma área está diretamente relacionada com a geologia, os aspectos geomorfológicos, a disponibilidade de água (precipitação) e o grau de uso/ocupação do solo (RITELA; SOUZA, 2008). Para o cálculo da densidade de rios tem-se a fórmula: $D_r = N/A$, em que:

D_r = densidade de rios (cursos d'água / km^2);

N = número de rios, de cursos de água, ou de canais (cursos d'água);

A = área da bacia hidrográfica (km^2).

Ressalta-se que quando o valor da D_d é superior ao da D_r denota um acentuado controle estrutural na bacia, alongando os comprimentos dos canais. Assim, há um menor número de canais, porém com comprimentos mais elevados (GARBOSSA, 2003).

O cálculo da energia ou amplitude do relevo é obtido pela diferença máxima medida entre os divisores de águas e os talwegues identificados dentro de quadrículas em que foi subdividido o mapa topográfico da área de estudo (HUBP, 1988). Uma dificuldade de aplicação desse parâmetro morfométrico, segundo o autor, consiste em selecionar os valores em km^2 das superfícies, as quadrículas, em que serão subdivididos os mapas. Diante de tal afirmação, foi feita uma adaptação ao método para a bacia do rio Santo Antônio, sendo utilizadas como referência as sub-bacias e as microbacias no lugar das quadrículas.

O parâmetro morfométrico energia ou amplitude do relevo foi denominado por Garbossa (2003) e por Silva (2006) de amplitude altimétrica máxima da bacia – H_m , sendo calculado pela diferença altimétrica entre a altitude da foz e a altitude do ponto mais alto do divisor topográfico. Assim, foi calculada a amplitude do relevo para as sub-bacias do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito e para as microbacias de seus principais afluentes levando-se em conta a diferença máxima de altitude medida entre o mais alto divisor de águas e a foz dos cursos d'água.

A energia do relevo expressa, quando se trata de grandes territórios cartografados, a intensidade relativa da atividade endógena em relação à exógena. Altos valores de energia podem corresponder a zonas de maior atividade tectônica, e baixos valores em áreas mais estáveis. A amplitude do relevo, calculado entre o divisor de água e o talvegue, é reflexo de um processo em um tempo determinado, com maior intensidade em umas regiões que em outras. Esse processo acontece em função das condições litológicas, estruturais, tectônicas e principalmente climáticas (HUBP, 1988).

O perfil longitudinal é uma importante ferramenta na análise morfométrica dos cursos d'água. Esse parâmetro morfométrico é uma representação gráfica que demonstra a variação da declividade entre a nascente e a foz, sendo relacionado, para os diversos pontos do curso fluvial, a posição altimétrica e a distância da nascente. Tecnicamente, o perfil é uma curva obtida num gráfico cartesiano, onde as coordenadas correspondem à altitude contra a distância jusante e a tangente expressa o gradiente do canal no trecho estudado (MARTINEZ, 2005).

São três variáveis, importantes em nível de bacia hidrográfica, que influenciam no perfil longitudinal dos rios: composição e distribuição espacial dos afloramentos rochosos ou dos materiais do solo, quantidade e tipo de material detrítico que é carregado das vertentes para os cursos d'água e volume de água que chega aos leitos dos rios oriundo do escoamento superficial ou subterrâneo. Os perfis longitudinais são o resultado do ajuste entre as diversas variáveis que compõe o sistema, dentre outros: largura, profundidade, declividade e resistência ao fluxo do canal. Eles tendem a assumir geralmente uma forma côncava, com a declividade diminuindo em direção à desembocadura (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Quanto maior for o canal, medido da nascente à foz, maior será a concavidade do perfil longitudinal (KNIGHTON, 1998, apud MARTINEZ, 2005). Em leitos rochosos essa concavidade dos perfis é muitas vezes interrompida por rupturas de declive, os chamados “*knickpoints*” ou soleiras, formando convexidades (SEIDL; DIETRICH; KIRCHNER, 1994 apud GARBOSSA, 2003). Cursos d'água que apresentam trechos convexos são considerados anômalos, sendo controlados por variáveis complexas (MARTINEZ, 2005). A formação de trechos convexos está geralmente associada aos seguintes fatores: estratos rochosos mais resistentes, introdução de carga sedimentar grosseira por parte de um afluente, atividade tectônica, propagação da mudança do nível de base ou fraturamento do

substrato (GARBOSSA, 2003). Os trechos convexos de um curso d'água estão geralmente relacionados a corredeiras e a cachoeiras.

A concavidade do perfil está também relacionada ao estado de equilíbrio de um rio, quanto menos agradação ou entalhe tiver no seu talvegue mais equilibrado será a drenagem (ETCHEBEHERE, 2000 apud MARTINEZ, 2005). Numa drenagem equilibrada há somente fluxo de carga sedimentar, ou seja, um canal equilibrado é aquele em que o gradiente, chamado de gradiente de transporte, produz a velocidade necessária para o transporte de toda carga fornecida, principalmente as partículas em suspensão e as dissolvidas. Assim, se houver alguma alteração nesse equilíbrio o rio tende a buscar um novo equilíbrio, erodindo seu próprio leito ou propiciando agradação (ETCHEBEHERE, 2000 apud MARTINEZ, 2005).

Para a área de estudo, foram elaborados os perfis longitudinais do rio Santo Antônio e do seu principal afluente, o ribeirão do Mosquito.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os materiais e os métodos que foram utilizados para a elaboração do Diagnóstico Socioambiental da bacia do rio Santo Antônio, isto é, para caracterizar a área de estudo e avaliá-la ambientalmente. A dissertação constou basicamente de três etapas: pesquisa bibliográfica, trabalhos de campo e de interpretação dos dados secundários e primários.

Para fundamentar teoricamente o tema, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre o referencial teórico: aspectos metodológicos, abordagem sistêmica, gestão de bacias hidrográficas, história da temática ambiental, legislação ambiental, redes fluviais, análise morfométrica, perfil geoecológico e ocupação histórica da área de estudo.

Sobre os temas abordados – aspectos abióticos, bióticos, socioeconômicos e socioambientais – a consulta à bibliografia foi constante durante toda etapa de escrita da dissertação. Para tanto, foram utilizadas bibliotecas de Centros de Pesquisa e Universidades (CETEC, PUC Minas, SEMAD e UFMG), feitas consultas a sites de órgãos públicos (CODEMIG, CPRM, DNPM, EMATER-MG, FEAM, FJP, IBAMA, IBGE, IEF, IGA, IGAM, INPE e MINEROPAR) e à rede internacional de computadores (internet). Foram procurados alguns órgãos públicos e empresas na busca por informações e materiais temáticos: DER-MG, SEMAD, COPASA e Prefeituras Municipais dos quatro municípios banhados pela bacia do rio Santo Antônio.

Os materiais temáticos utilizados na dissertação compõem-se de informações secundárias e de dados primários. As informações secundárias compreenderam principalmente: material bibliográfico; bases cartográficas (analógicas e digitais) disponibilizadas pelos órgãos oficiais (CODEMIG, CPRM, DER, IBGE, IGA, IGAM, IEF e INPE); fotografias aéreas analógicas disponibilizadas pelo DER-MG (executado por Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S. A., escala: 1:30.000, período 1985, autorização ENFA Nº 075/85 – CEMIG); imagens disponibilizadas pelo INPE: satélite Landsat 5 TM, datadas de 21/09/11, órbita 218, pontos 74 e 75, combinação das bandas 5, 4 e 3; e imagens do Google-Earth (acessos entre maio e julho de 2013).

Os mapas temáticos da área de estudo foram elaborados a partir das bases (arquivos *shapefile*) tratadas no software ArcGis 9.3, disponível no Laboratório de Estudo Ambientais do Programa de Pós-graduação em Geografia da PUC Minas, *campus* Coração

Eucarístico. Esses mapas temáticos foram utilizados na caracterização dos meios natural e socioambiental da área de estudo e na sua avaliação ambiental.

Os dados primários foram coletados quando da realização das diversas visitas a campo ao longo do ano de 2012 e do primeiro semestre de 2013. Nos trabalhos de campo foram verificadas as informações temáticas levantadas na pesquisa, isto é, procurou-se conhecer empiricamente as características da dinâmica ambiental, da organização espacial e da ocupação antrópica da bacia. As áreas visitadas foram fotografadas e georreferenciadas para sua identificação nos mapas temáticos.

A análise do meio antrópico foi realizada com base no censo do IBGE 2010, em pesquisa bibliográfica e nas informações colhidas junto aos moradores das comunidades rurais e às Prefeituras Municipais. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com a população local, visando a obtenção de informações (ou dados subjetivos) sobre a socioeconomia. Nessas entrevistas foram utilizadas perguntas abertas e previamente definidas, assim, o informante (morador local) tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto (BONI; QUARESMA, 2005). Destaca-se que com representantes das Prefeituras Municipais também foram feitas entrevistas semiestruturadas.

Para atender aos objetivos propostos foram utilizados os seguintes equipamentos:

- estereoscópio;
- material para coleta de água (frascos, caixa de isopor, gelo, termômetro etc.);
- Câmera Digital Sony (cyber-shot, zoom optical 3x, 4.1 mega pixels);
- GPS (Garmim 60CSX);
- Microprocessador (notebook) Intel Core I5;
- Programas computacionais: Microsoft Office Excel 2007; Microsoft Office Power Point 2007; Microsoft Office Word 2007; GPS Track Maker free e ArcGis 9.3.

Apresenta-se a seguir os procedimentos específicos utilizados na análise de cada tema.

Para delimitação da área de estudo foram consultadas as bases analógicas do IBGE, as cartas planialtimétricas do mapeamento sistemático: Jacarandira, folha SF-23-X-A-V-3; Resende Costa, folha SF-23-X-A-V-4; São João Del Rei, folha SF-23-X-C-II-1; Tiradentes, folha SF-23-X-C-II-2, na escala 1:50.000, publicadas em 1976 (IBGE, 1976). Na elaboração do mapa de localização da bacia do rio Santo Antônio foram utilizadas as

seguintes bases digitais (arquivos *shapefiles*): divisão política e administrativa do IBGE de 2007, hidrografia do IGAM de 2009 e estradas de rodagem do DER/MG de 2011.

Na análise da geologia foram utilizadas as bases digital e analógica do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000, elaborado pela CODEMIG e pela CPRM (2003). Esse projeto cobriu toda a área da bacia do rio Santo Antônio e está geologicamente bem detalhado, o que justifica sua utilização na elaboração do mapa geológico da área de estudo. Houve uma reedição do citado Mapa em 2007, no qual a geologia foi descrita com mais precisão (escala maior), chamado de Projeto Sul de Minas etapa I, elaborado pela CODEMIG em parceria com as universidades UFMG e UFRJ (2007), na escala 1:100.000. No entanto, a Carta São João del Rei, que foi a única das quatro cartas planialtimétricas do mapeamento sistemático do IBGE contemplada no Projeto Sul de Minas etapa I, cobre apenas o sul da bacia do rio Santo Antônio. Foram utilizados, como comparação, a Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Folhas SE23 (Belo Horizonte) e SF23 (Rio de Janeiro), escala 1:1.000.000, elaborada pela CPRM (2004) e o mapa de geologia do projeto RADAMBRASIL, folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória, na escala 1:1.000.000 (BRASIL, 1983a).

Para avaliação da geomorfologia foram consultados os mapas analógicos de Geomorfologia e de Avaliação do Relevo do projeto RADAMBRASIL, na escala 1:1.000.000 (BRASIL, 1983a) e as cartas planialtimétricas do mapeamento sistemático do IBGE, na escala 1:50.000 (IBGE, 1976). Utilizou-se ainda, como comparação, o Mapa de Unidades de Relevo do IBGE (2006), na escala 1:12.000.000. Para elaboração do mapa de unidades geomorfológicas da bacia do rio Santo Antônio foi criado um arquivo *shapefile* a partir do mapa analógico de geomorfologia do projeto RADAMBRASIL. Foi elaborado ainda um mapa de altimetria, sendo utilizada a base digital gerada a partir das imagens do satélite ASTER GDEM (2011), com resolução espacial de 30 metros.

A classificação climática adotada para a bacia do rio Santo Antônio foi a de Köppen e Geiger (1928), adaptada por Sá Júnior (2009). Não foi elaborado mapa de clima da bacia devido a dificuldades na criação de um arquivo *shapefile* a partir dos mapas analógicos elaborados por Sá Júnior (2009). No entanto, pela simplicidade temática, isto é, predominância de apenas duas classes climáticas: Cwa e Cwb, não houve dificuldades no entendimento do clima da área de estudo. Ressalta-se que Sá Júnior utilizou em seus estudos a base de dados da rede nacional de observações meteorológicas do Instituto

Nacional de Meteorologia (INMET), na qual constam 32 estações localizadas dentro do limite político de Minas Gerais e 19 em áreas próximas, o que resultou em uma “*classificação climática pontual*” (SÁ JÚNIOR, 2009, p. 44). Dentro da mesorregião dos Campos das Vertentes, foram trabalhados dados de duas estações, localizadas nas cidades de Barbacena e Lavras. Foi ainda utilizado no estudo da bacia do rio Santo Antônio, como comparação, o Mapa de Clima do IBGE, na escala 1:12.000.000, (IBGE, 2002). Esse Mapa tem como base os estudos de Nimer (1979a).

Para análise da hidrogeologia utilizou-se as bases digital e analógica do Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, escala 1:2.500.000, elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (2007). Utilizou-se ainda, como comparação, o Mapa das Unidades Aquíferas elaborado pela COPASA (SOUZA, 1995) e o Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000 (CODEMIG; CPRM, 2003).

Na elaboração do mapa de hidrografia do rio Santo Antônio foi utilizada a base digital de hidrografia do IGAM de 2009. A nomenclatura e a localização da rede hidrográfica foram baseadas nas quatro cartas planialtimétricas do mapeamento sistemático do IBGE (1976), anteriormente citadas.

O mapa de solos da bacia do rio Santo Antônio foi elaborado a partir de um arquivo *shapefile* criado sobre o mapa analógico de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Zona Campos das Vertentes - MG (BAURIQUI et al., 2006), esse elaborado pela EMBRAPA Solos, em parceria com a EPAMIG, na escala 1:1.250.000. Utilizou-se, como comparação, o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, elaborado pela SECTES (2010), juntamente com a SEMAD e a FEAM, em parceria com o CETEC, a UFV e a UFPA, na escala 1:650.000. Foi consultado ainda o arquivo analógico do Mapa Exploratório de Solos do projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983a).

Para análise da vegetação nativa original foram consultados três mapas analógicos: Mapa de Biomas do Brasil, Mapa de Vegetação do Brasil, ambos disponíveis no site do IBGE (2004a, 2004b), escala 1:5.000.000, e o Mapa de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983a): folhas SF. 23/24 Rio de Janeiro/Vitória, escala 1:1.000.000. Para elaboração do mapa de vegetação nativa da bacia do rio Santo Antônio foi criado um arquivo *shapefile* a partir desse último mapa.

A descrição da ocupação histórica e da formação política dos municípios constou de pesquisa sobre a região do rio das Mortes e, especificamente, sobre as quatro sedes municipais da bacia do rio Santo Antônio.

Para caracterização da socioeconomia da bacia do rio Santo Antônio foram considerados os dados dos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 e informações sobre as cidades e o Estado de Minas Gerais disponíveis no site do IBGE (2013a, 2013b, 2013c, 2013d). Foram utilizadas ainda, para comparar a situação socioeconômica da área de estudo com a UPGRH GD2, as informações do Relatório Parcial do Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio das Mortes e Jacaré GD2. Estudo esse orientado pelo IGAM (2012) e entregue ao CBH Vertentes do Rio Grande em 2012. Destaca-se que os dados do Relatório Parcial são referentes às áreas urbanas dos 30 municípios que possuem suas sedes dentro dos limites da Unidade de Planejamento. Esses dados são referentes ao biênio 2010/2011.

Os dados primários da bacia do rio Santo Antônio foram obtidos com a realização de entrevistas semiestruturadas, envolvendo os moradores dos aglomerados rurais (povoados ou comunidades) e os funcionários das Prefeituras Municipais entre os dias 11 a 14 de abril de 2013. Essas entrevistas constaram de perguntas previamente definidas relacionadas basicamente aos quatro temas: demografia, serviços/equipamentos básicos, economia e saneamento básico. Assim, o roteiro com essas perguntas serviu para coletar as informações básicas, que era o objetivo pretendido, e como meio de se organizar o processo de interação com o informante (MANZINI, 2013).

No aspecto demográfico verificou-se a distribuição espacial da população, caracterizando, embora simplificadamente, os municípios, que foram subdivididos em aglomerações urbanas (cidades) e aglomerados rurais. Na caracterização das cidades foram utilizados os dados dos Censos do IBGE e para os aglomerados rurais foram utilizadas as informações obtidas nas entrevistas. Assim, as questões aplicadas aos moradores das comunidades rurais sobre a estrutura demográfica e os serviços/equipamentos básicos foram: Quantos moradores e quantas residências têm na comunidade? Existem construções recentes, sem moradores ou ocupadas apenas em finais de semana? A comunidade possui algum equipamento coletivo: igreja, bar, salão comunitário ou campo de futebol? Eles são regularmente utilizados pela comunidade? A Prefeitura apoia a comunidade na manutenção desses equipamentos? Foram verificadas em campo ainda as seguintes

questões: existência de calçamento nas ruas principais, estado de conservação externo dos equipamentos coletivos e a inserção da comunidade na paisagem local.

Para caracterização das principais atividades econômicas, foi realizada uma análise do PIB dos Municípios, com base nos três grandes setores de atividade econômica: agropecuária, indústria e serviços. Os dados do PIB municipal tiveram como ano base 2007. Apesar de estarem disponíveis no site do IBGE (2013a) os dados para 2010 preferiu-se não utilizá-los, visando compatibilizar as informações apresentadas na dissertação com as informações do Relatório Parcial do Plano Diretor da UPGRH GD2 (IGAM, 2012). Ademais, em consulta ao site do IBGE, verificou-se que os dados dos PIBs municipais, entre 2008 e 2010, calculados em porcentagem, tiveram poucas variações, o que não comprometeu a atualidade das informações analisadas.

Com relação às entrevistas semiestruturadas, realizadas com funcionários das Prefeituras dos quatro municípios, as questões básicas sobre a estrutura econômica foram: Quais as principais atividades econômicas no município? Existem atividades industriais ou minerárias no município? Quantas microempresas estão cadastradas na Prefeitura? A Prefeitura possui dados sobre a silvicultura (eucalipto) no município? Quais os principais produtos agropecuários? Para caracterização econômica dos aglomerados rurais foram feitas as seguintes perguntas aos moradores: Quais as principais atividades econômicas da comunidade? Muitos moradores são aposentados? Existem muitas plantações de eucalipto no entorno da comunidade? Elas têm aumentado nos últimos anos?

Para caracterização do saneamento básico procurou-se obter informações sobre abastecimento de água, sistema de esgoto e coleta e destinação final dos resíduos sólidos nas cidades e nos aglomerados rurais. As questões relacionadas à drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, apesar de estarem incluídas na definição de saneamento básico, conforme Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), não foram aqui analisadas pelas dificuldades técnicas em sua mensuração.

As informações sobre a infraestrutura de saneamento básico na bacia do rio Santo Antônio foram obtidas por meio de entrevistas realizadas com funcionários das Prefeituras e com moradores dos aglomerados rurais. As perguntas norteadoras da conversa com os representantes das Prefeituras foram: Onde está localizada a captação de água que abastece a cidade? Como funciona o sistema de esgoto sanitário no município? Possui rede coletora pública? Onde são lançados os efluentes coletados? A população utiliza fossa negra? O

depósito de lixo é um aterro controlado ou um lixão? Onde está localizado? O município possui Usina de Triagem e Compostagem ou coleta seletiva? O lixo da zona rural é recolhido regularmente?

Com os representantes das comunidades as perguntas sobre saneamento básico foram: De onde vem a água utilizada na comunidade? Se a captação é coletiva? A Prefeitura faz a manutenção regular no sistema? A água é tratada? Onde é lançado o esgoto da comunidade? Possui algum sistema de tratamento? O que as pessoas fazem com o lixo orgânico e não orgânico na comunidade? A Prefeitura faz a coleta do lixo? A Prefeitura apoia a comunidade em suas reivindicações sobre estradas, captação de água, coleta de lixo etc.?

No que tange ao uso e ocupação do solo, para caracterização da área de estudo foram analisadas três temáticas principais: vegetação nativa remanescente, ocupação agrossilvipastoril e processos erosivos. Destaca-se que foram visitados em campo alguns pontos específicos, visando avaliar empiricamente as temáticas analisadas.

Na análise das duas primeiras temáticas utilizou-se o Mapeamento e Inventário da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais, por ser o levantamento mais atual da cobertura vegetal de Minas Gerais. Os estudos foram realizados por meio de um convênio entre o IEF e a UFLA, constando de duas edições, a primeira em 2006 (SCOLFORO; CARVALHO, 2006) e a outra em 2008 (CARVALHO; SCOLFORO, 2008). As imagens utilizadas foram do satélite Landsat TM e ETM entre os anos de 2002 e 2005 no primeiro mapeamento e entre os anos de 2006 e 2007 no segundo mapeamento.

Para elaboração do mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Santo Antônio foi utilizada a base digital elaborada em 2009 pelo IEF, com base nos dados de 2008. Visando ampliar a visualização do uso e ocupação do solo na área de estudo, foi ainda elaborado um mapa com imagens do satélite Landsat 5 TM disponibilizadas pelo INPE. Foram consultadas ainda, para se ter uma escala temporal do uso e ocupação do solo na área da bacia, o conjunto das fotografias aéreas analógicas elaboradas em 1985 e disponibilizadas pelo DER-MG.

Com relação aos processos erosivos foram discutidos os fatores condicionadores e a área de abrangência das voçorocas na bacia do rio Santo Antônio. Para elaboração do mapa de processos erosivos na bacia do rio Santo Antônio foi criado um arquivo *shapefile* a partir do mapa analógico de processos erosivos elaborado por Moreira et al. (2003).

Para caracterização dos recursos hídricos na bacia do rio Santo Antônio foram analisadas duas temáticas principais: vazão e qualidade das águas superficiais e principais captações e Outorgas. Na análise da disponibilidade hídrica do rio das Mortes foram utilizados os estudos feitos no âmbito do CBH Vertentes do Rio Grande, mais precisamente do Relatório Parcial do Plano Diretor da UPGRH GD2 (IGAM, 2012). A determinação das vazões características da bacia do rio das Mortes e de suas sub-bacias, no Relatório, foi elaborada a partir de dados disponibilizados pelo Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas – ANA. O cálculo da disponibilidade hídrica, para a bacia do rio Santo Antônio, foi realizado utilizando-se o *software* SIAM (2013), de acesso público, disponibilizado pela SEMAD. Ressalta-se que os dados hidrológicos constantes no SIAM são baseados no estudo realizado pela HIDROSISTEMAS/COPASA MG: Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais (SOUZA, 1993).

Com relação à qualidade das águas, a metodologia empregada na coleta das amostras de água se basearam no Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água da CETESB (AGUDO, 1988) e no Manual de Procedimentos de Coleta e Metodologia de Análise de Água elaborado pela CEMIG (2009). As análises das amostras foram realizadas pelo laboratório Hidrocepe Serviços de Qualidade Ltda, localizado em Belo Horizonte/MG. Foi informado pelo mesmo que a metodologia de análise se baseou na NBR 9898 da ABNT (1987), essa dispõe sobre a preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Os tipos de frascos, o volume mínimo a ser coletado, método de preservação e o prazo de análise para cada parâmetro também seguiram as orientações dessa norma. Assim, as amostras, coletadas em frascos previamente etiquetados no laboratório, foram imediatamente acondicionadas em caixas de isopor, contendo gelo picado e em pedaços, suficiente para refrigerá-las a cerca de 4°C.

Para avaliação da qualidade das águas da bacia do rio Santo Antônio foram feitas análises das nove variáveis utilizadas no cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA): oxigênio dissolvido, coliformes fecais (termotolerantes), pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, nitrogênio total, fosfato total, temperatura, turbidez e resíduo total (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013).

Destaca-se que o IQA utilizado pela CETESB (2013) é semelhante ao do IGAM, porém, esse utiliza o parâmetro nitrato em vez do nitrogênio total (PINTO, 2007). Assim,

utilizou-se o parâmetro nitrato para as análises realizadas na bacia do rio Santo Antônio. Foi utilizado ainda o resultado da bactéria *Escherichia coli* no lugar de coliformes fecais (termotolerantes), por ser melhor indicadora de contaminação fecal recente e de eventual presença de patogênicos (MINAS GERAIS, 2008). O *E. coli* é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (BRASIL, 2005).

Os pontos para coleta de amostras (pontos de amostragem de água) foram pré-definidos com base na rede hidrográfica das cartas do IBGE (1976). Posteriormente, foram realizadas visitas a campo para demarcação definitiva dos pontos, sendo, para tanto observados os seguintes aspectos: localização do ponto em relação à área da bacia e existência de significativas fontes de poluição (aglomerações urbanas e rurais). Assim, foram estabelecidos cinco pontos de amostragem na bacia do rio Santo Antônio e um sexto ponto, no rio das Mortes, à montante do encontro de ambos os rios. Os cinco pontos na área de estudo foram os seguintes:

- Ponto 1: nas cabeceiras do córrego Bertânia, afluente ribeirão de Baixo;
- Ponto 2: no rio Santo Antônio, à jusante do deságue do ribeirão dos Pintos;
- Ponto 3: no ribeirão do Mosquito, à jusante de sua formação (encontro do córrego Barracão com o córrego do Mosquito);
- Ponto 4: no ribeirão do Mosquito, à jusante da cidade de Coronel Xavier Chaves;
- Ponto 5: no rio Santo Antônio, próximo à sua foz no rio das Mortes.

Foram realizadas quatro campanhas de amostragem para a qualidade das águas nos pontos anteriormente mencionados, de modo a representar um ano hidrológico: 21 e 22 de abril de 2012, representando o período de transição chuva/seca; 10 e 13 de agosto de 2012, período de estiagem; 5 de novembro de 2012, transição seca/chuva; e 2 de fevereiro de 2013, período de chuva. Para o ponto 6, a coleta e análise da água foi realizada apenas para o mês de novembro, uma vez que em visita a campo, realizada dias antes, chamou a atenção o aspecto visual das águas do rio Santo Antônio, que estavam mais turvas que as do rio das Mortes. Os resultados das análises encontram-se no APÊNDICE 1 – Análises das águas da bacia do rio Santo Antônio.

Para análise das principais captações e Outorgas, para a área da UPGRH GD2, foram utilizados os dados do Relatório Parcial do Plano Diretor. Esses dados se referem ao

ano de 2011 e foram obtidos junto ao IGAM e à ANA. Para levantamento das vazões outorgadas na bacia do rio Santo Antônio foi realizada consulta ao site do IGAM (2013a), tendo como ano base 2013.

Na caracterização das redes fluviais e da morfometria da bacia do rio Santo Antônio foram utilizados cinco instrumentos morfométricos: ordenação dos canais fluviais, densidade de drenagem – D_d , densidade de rios – D_r , energia ou amplitude do relevo – H_m e perfil longitudinal. Os dados linear (D_d) e areal (D_r) e o cálculo das ordens dos canais foram obtidos com utilização do *software* SIAM (2013). A camada (*layer*) de hidrografia utilizada pelo *software* foi elaborada pelo setor de geoprocessamento do IGAM tendo como base as cartas planialtimétricas do mapeamento sistemático do IBGE (1976). Assim, com utilização das ferramentas de calcular distância e área do SIAM foram obtidas as extensões dos cursos d'água, as áreas das bacias (sub ou microbacias) e também ordenados os canais fluviais.

Os dados de amplitude altimétrica, utilizados no cálculo da amplitude do relevo, foram obtidos através do cruzamento das cartas planialtimétricas do mapeamento sistemático do IBGE (1976) com as imagens de satélite disponibilizadas pelo aplicativo Google Earth, acessadas entre maio e julho de 2013. Foram ainda comparadas as altitudes obtidas no Google Earth com seis altitudes colhidas em campo, na área de estudo, utilizando-se o GPS Garmim 60CSX. Foi verificado que todas as altitudes colhidas por meio do GPS estavam 8 metros acima das altitudes fornecidas pelo aplicativo. Dessa forma, foram acrescidos 8 metros às altitudes obtidas através do Google Earth. Para o cálculo da H_m foram consideradas as diferenças máximas de altitudes na bacia (sub ou microbacias), tendo como referência o interflúvio de maior altitude e a foz de cada curso d'água.

Para a elaboração dos perfis longitudinais do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito utilizou-se imagens do satélite ASTER GDEM (2011), que foram as mesmas utilizadas no mapa hipsométrico. A partir da escolha e delimitação dos cursos d'água a serem representados, foram elaborados no programa ArcGis 9.3 os traçados das nascentes até a foz, seguindo os talwegues. Os traçados foram posteriormente exportados e tratados no *software* Excel e transformados em gráficos cartesianos. Nos gráficos as ordenadas representam as altitudes, as abscissas as extensões e as tangentes expressam os gradientes (talwegues) dos cursos d'água.

Para elaboração do perfil geoecológico da bacia do rio Santo Antônio foi realizada primeiramente a definição do transecto a ser seguido, de modo a contemplar as duas sub-bacias, a do rio Santo Antônio e a do ribeirão do Mosquito, e que a área interceptada resumisse as características físicas, sociais e socioambientais. Definido o transecto, o percurso foi realizado duas vezes, uma em novembro de 2012 e outra em janeiro de 2013, sendo utilizado esse último. O trajeto do transecto foi seguindo as estradas vicinais municipais, sentido oeste-leste, utilizando-se um GPS Garmim 60CSX. O traçado foi baixado do GPS por meio do *software* TrackMaker, sendo gerado o perfil topográfico do transecto. Esse perfil foi posteriormente trabalhado no Power Point, sendo adicionadas as camadas temáticas e as fotos.

A análise das áreas prioritárias para conservação constou de consulta à segunda edição do Atlas para conservação da Biodiversidade em Minas Gerais. Para elaboração do Mapa das áreas prioritárias para conservação na bacia do rio Santo Antônio foram utilizadas as bases digitais elaboradas pela Fundação Biodiversitas. A metodologia para elaboração do Atlas consistiu no levantamento e no cruzamento de informações sobre temas biológicos e não biológicos realizados por 209 especialistas ligados ao sistema estadual de meio ambiente, a órgãos ambientais afins e a empresas privadas (DRUMMOND et al., 2005).

As reuniões do CBH Vertentes do Rio Grande – CBH GD2 estavam previstas para acontecerem bimestralmente nas cidades abrangidas pela UPGRH. Entre o segundo semestre de 2011 e início de 2013 foram acompanhadas presencialmente essas reuniões. Nas primeiras, fez-se a participação foi ouvinte, no entanto, no final de 2011, a Associação Instituto Rio Santo Antônio – IRIS obteve uma cadeira no plenário do Comitê. O objetivo principal das participações foi de acompanhar a estruturação do CBH. Destaca-se que, no início de 2013, os recursos para os Comitês foram contingenciados em Minas Gerais, o que paralisou as atividades no CBH GD2. Assim, com base nas participações nas reuniões e na leitura das Atas e das Resoluções do Comitê foi analisado o processo inicial de implantação do CBH Vertentes do Rio Grande.

3. DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO SANTO ANTÔNIO

Fazer o diagnóstico ambiental de certa área significa analisar as características geoambientais e as relações da sociedade sobre elas (HUNKA, 2006). A Resolução CONAMA 01/86 (BRASIL, 1986), em seu artigo 6º, estabelece que diagnóstico ambiental é um estudo que traz a descrição e a análise dos recursos ambientais e suas interações de modo a caracterizar a situação ambiental, considerando os meios físico, biótico e socioeconômico. Destaca-se que nesse processo a essência da análise ambiental é o estudo integrado do meio ambiente, no qual são abordados os interesses econômicos, o bem estar social e o equilíbrio ambiental (KOHLER, 1986). Assim, o diagnóstico ambiental é utilizado para conhecer os componentes ambientais da área de estudo, isto é, para caracterizá-la e avaliá-la ambientalmente, possibilitando, dessa forma, a compreensão de sua dinâmica: qualidade ambiental, inter-relações, potencialidades, limitações etc.

Nessa perspectiva, para efeito deste trabalho, o diagnóstico socioambiental foi aqui utilizado como um recurso no processo de análise ambiental da bacia do rio Santo Antônio, no qual foram considerados e inter-relacionados os aspectos abióticos, bióticos, antrópicos e socioambientais.

3.1. Delimitação da área de estudo

O rio Santo Antônio é um importante afluente da margem direita do rio das Mortes, que é um tributário integrante da vertente mineira da bacia hidrográfica do rio Grande. Esse é um rio federal que nasce em terras mineiras, na Serra da Mantiqueira, município de Bocaina de Minas. A partir do seu curso médio, o rio Grande constitui a divisa natural entre Minas Gerais e São Paulo. Posteriormente, em conjunto com o Paranaíba, formam o rio Paraná, já na divisa entre os Estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1988).

O rio das Mortes forma-se com a junção dos córregos das Areias e Cachimbeiro, nas proximidades do Distrito barbacenense de Senhora das Dores ou Vargem Grande (BARBACENA, 2009). Suas nascentes estão na Serra da Mantiqueira a altitudes superiores a 1.250 m, em Barbacena, na divisa com os municípios de Alfredo Vasconcelos, Desterro do Melo e Santa Bárbara do Tibúrcio. O rio atravessa cidades regionalmente

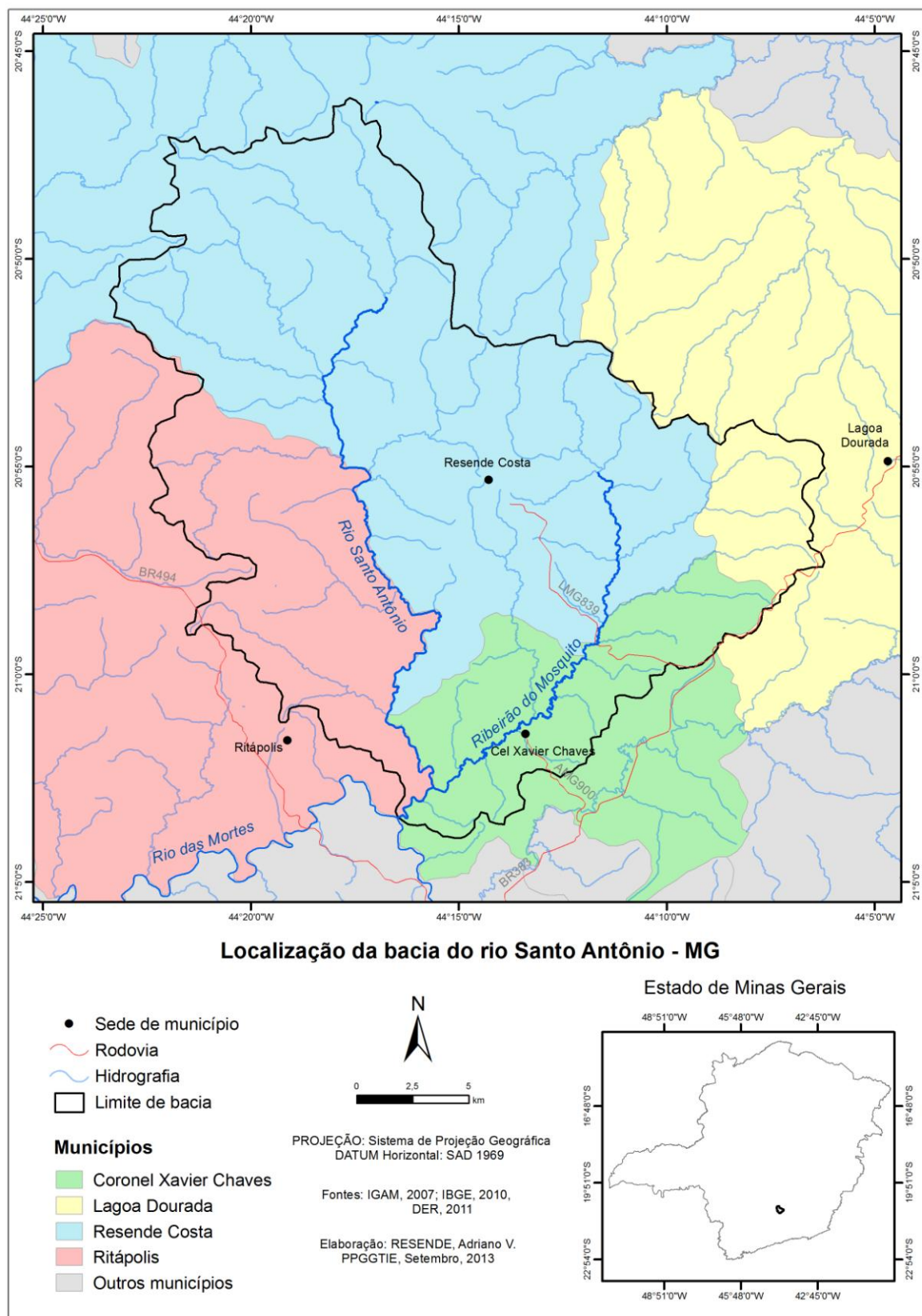
importantes, como São João del Rei, Barroso e Tiradentes, e deságua no rio Grande, a uma altitude de 810 m, após percorrer 276 km (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012). A foz do rio das Mortes no rio Grande, na divisa entre os municípios de Bom Sucesso e de Ibituruna, está atualmente no lago da Usina Hidrelétrica do Funil, de propriedade do consórcio Companhia Energética de Minas Gerais S/A – CEMIG e Vale S/A.

Os principais afluentes do rio das Mortes, pela margem esquerda, são: ribeirão Bandeirinha, ribeirão Curral Novo, ribeirão Conquista, rio Elvas, rio das Mortes Pequeno ou ribeirão Barba de Lobos, córrego Palmital e ribeirão das Moreiras. E pela margem direita: ribeirão do Lourdes, rio Carandaí, rio Santo Antônio, rio do Peixe, ribeirão dos Tabuões da Serra e rio Pirapetinga. A bacia do rio das Mortes possui aproximadamente 6.517 km², o que representa em torno de 1,11 % do território do estado de Minas Gerais e 4, 54 % da bacia do rio Grande (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1988). Corresponde ainda a 61,87% da área de atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH Vertentes do Rio Grande, a UPGRH GD2. O restante da área da UPGRH é formado pela bacia do rio Jacaré e por pequenos afluentes diretos do rio Grande, no chamado do Baixo Alto Rio Grande (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

A bacia rio Santo Antônio (Mapa 1) possui uma área de drenagem de aproximadamente 513 km² envolvendo quatro municípios: Coronel Xavier Chaves, Resende Costa, Lagoa Dourada e Ritápolis. Da área da bacia, 15,0% (77,6 km²) está no município de Coronel Xavier Chaves, 59,0% (302,9 km²) em Resende Costa, 5,5% (28,0 km²) em Lagoa Dourada e 20,5% (104,5 km²) em Ritápolis. As sedes municipais de Coronel Xavier Chaves e Resende Costa encontram-se na área da bacia. Parte da sede municipal de Ritápolis, os bairros Carioca e Dutra, encontra-se na vertente do rio Santo Antônio. A sede municipal de Lagoa Dourada não é drenada pelo rio Santo Antônio.

Os quatro municípios estão localizados no centro-sul de Minas Gerais e pertencem, pela divisão do IBGE, à microrregião de São João Del Rei, que é parte constitutiva da mesorregião dos Campos das Vertentes. Pela divisão administrativa de Minas Gerais os quatro municípios pertencem à Região de Planejamento Central. As duas principais rodovias que cortam a bacia do rio Santo Antônio são a BR-383 e a BR-494. A primeira liga regionalmente São João del Rei à BR-040, e faz a interligação, por via asfaltada, entre

Mapa 1 – Localização da bacia do rio Santo Antônio



as cidades de Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada e Resende Costa. Já a segunda liga São João del Rei à BR-381, passando nas proximidades da cidade de Ritápolis. Acrescenta-se que a bacia do rio Santo Antônio é cortada, na direção sudoeste-nordeste, pela chamada Ferrovia do Aço, que transporta minério de ferro de Minas para o Rio de Janeiro. Essa ferrovia passa nas proximidades da cidade de Coronel Xavier Chaves.

3.2. Caracterização do meio natural

Neste item foram analisadas as características físicas da bacia do rio Santo Antônio, em seus aspectos abióticos e bióticos. Os temas abordados são: geologia, geomorfologia, clima, hidrogeologia, hidrografia, pedologia e vegetação nativa original.

3.2.1. Geologia

A área de estudo está localizada no extremo sul do Cráton São Francisco. A parte meridional desse Cráton apresenta as seguintes unidades litoestratigráficas principais: Complexos granito-gnáissicos, Série (Supergrupo, conforme PETRI et al., 1986) Rio das Velhas, Supergrupo Minas, Supergrupo Espinhaço e Grupo Bambuí (Supergrupo São Francisco) (UCHÔA, 2006).

Os Complexos granito-gnáissicos ou Complexos Metamórficos são formados por rochas granito-gnáissicas de idades arqueanas, sendo esses litotipos hoje individualizados: Complexos Belo Horizonte, Divinópolis, Passa Tempo, Lavras etc. O Supergrupo Rio das Velhas, atualmente interpretado como uma sequência do tipo *greenstone belt*, de idade também arqueana, possui rochas supracrustais predominantemente xistosas, constituído pelos Grupos: Maquiné, Nova Lima e Quebra Osso. O Supergrupo Minas, de idade paleoproterozóica, é uma sequência de margem passiva, constituída pelos Grupos Caraça, Itabira, Sabará e Piracicaba. O Supergrupo Espinhaço, do neoproterozóico, formado por rochas predominantemente quartzíticas, é subdividido em Supergrupo Espinhaço indiviso e nos Grupos Diamantina indiviso e Conselheiro Mata. Já o Grupo Bambuí, subdivisão do Supergrupo São Francisco, de idade neoproterozóica, é composto pelo Subgrupo Paraopeba e cinco Formações: Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra

da Saudade e Três Marias (COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2003; UCHÔA, 2006).

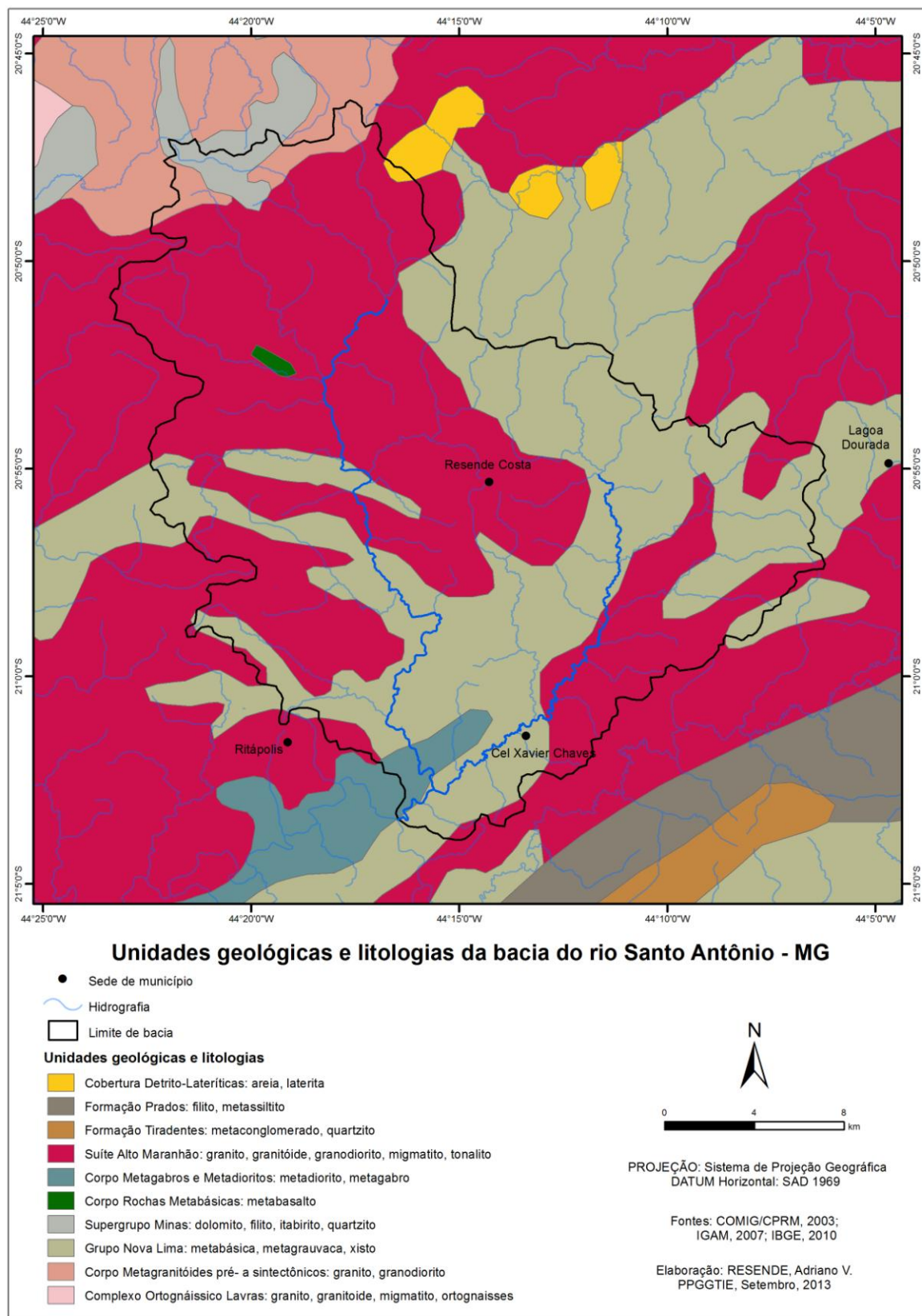
Destaca-se que o chamado Cinturão Mineiro está localizado nas bordas e ao sul do Cráton São Francisco, indo das imediações de Conselheiro Lafaiete, ao norte, até a cidade de Lavras, ao sul (GOMES et al., 2010). Na área do Cinturão Mineiro afloram terrenos granito-gnáissicos arqueano-paleoproterozóicos, sequências supracrustais do tipo *greenstone belt*, sequências metassedimentares paleo a neoproterozóicas e diques máficos (UCHÔA, 2006).

A bacia do rio Santo Antônio (Mapa 2) é composta, conforme leitura do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, por duas unidades geológicas predominantes: Grupo Nova Lima (Supergrupo Rio das Velhas) e Suíte Alto Maranhão (granitóide paleoproterozóico do Cinturão Mineiro) (COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2003). A primeira cobre principalmente o centro-norte, oeste e sudeste da bacia do rio Santo Antônio e a segunda o centro-sul, leste e nordeste. Com relação à litologia, o Grupo Nova Lima é formado por rochas metabásicas, metagrauvacas e xistos; e a Suíte Alto Maranhão por granito, granodiorito, migmatito e tonalito. As unidades geológicas e as litologias da bacia do rio Santo Antônio e seu entorno são apresentadas num quadro-resumo (Quadro 2).

No Supergrupo Rio das Velhas foram reunidas as unidades supracrustais arqueanas que correspondem a cinturões de rochas vulcanossedimentares metamorfizadas nas fácies xisto verde a anfibólio inferior. O Grupo Nova Lima é datado de 2.776 Ma, idade mesoarqueana. Na região do Quadrilátero Ferrífero essa unidade geológica recebe o nome de *Greenstone Belt* Rio das Velhas, já “[...] em sua extensão até a região de São João Del Rei, a denominação de *Greenstone Belt* Barbacena e/ou *Greenstone Belt* Nazareno e *Greenstone Belt* Rio das Mortes [...]” (MARTINS, 2008, p. 3).

O Cinturão Mineiro é subdividido em três grandes unidades, separadas com base na área de ocorrência, na composição e na idade de cristalização dos plútons e/ou ortognaisses: Metagabros e Metadioritos (2,2 Ga); Granitóides, dividido em três suítes: Suíte Alto Maranhão (2,16 a 2,12 Ga), Suíte Brás Pires (sem indicação de idade) e Suíte Alcalina (2,03 Ga); e Complexos Gnáissicos: Complexo Piedade (2,15 a 2,20 Ga) (MARTINS, 2008). O nome dado à Suíte Alto Maranhão se deve a afloramentos existentes

Mapa 2 – Unidades geológicas e litologias da bacia do rio Santo Antônio



Quadro 2 – Resumo das unidades geológicas e das litologias da bacia do rio Santo Antônio

Unidade geológica	Litologia principal	Idade
Coberturas Detrito-Lateríticas	Areia e laterita	23,5 Ma (fanerozóico, cenozóico)
Rochas Supracrustais Mesoproterozóicas**, Grupo São João Del Rei, Formação Prados	filito e metasiltito	1,20 Ga a 1,60 Ga (proterozóico, mesoproterozóico)
Rochas Supracrustais Mesoproterozóicas**, Grupo São João Del Rei, Formação Tiradentes	metaconglomerado e quartzito	1,40 Ga a 1,60 Ga (proterozóico, mesoproterozóico)
Cinturão Mineiro, Suíte Alto Maranhão	granito, granodiorito, granitóide, migmatito e tonalito	2,120 Ga a 2,160 Ga (proterozóico, paleoproterozóico)
Cinturão Mineiro, Corpos de metagabro e metadiorito pré- a sintectônicos (Metadiorito Ibitutinga) – Corpo Metagabros e Metadioritos*	metadiorito, metagabro	2,20 Ga (proterozóico, paleoproterozóico)
Rochas metamáficas (sem denominação) – Corpo de Rochas Metabásicas*	metabasalto	2,050 Ga a 2,30 Ga (proterozóico, paleoproterozóico)
Rochas Supracrustais Paleoproterozóicas**, Supergrupo Minas***	filito, dolomito e itabirito	2,30 Ga a 2,50 Ga (proterozóico, paleoproterozóico)
Supergrupo Rio das Velhas, Grupo Nova Lima	xisto, rocha metamáfica e metagrauvaca	2,776 Ga (arqueano, mesoarqueano)
Granitóides pré- a sintectônicos (sem denominação) – Corpo Metagranitóides pré- a sintectônicos*	granito, granodiorito, tonalito e ortognaisse granulítico	2,860 Ga (arqueano, mesoarqueano)
Complexo Ortognáissico Lavras	granito, granitóide, migmatito e ortognaisses	2,839 Ga a 3,068 Ga (arqueano, mesoarqueano)

Fonte: adaptado de Companhia Mineradora de Minas Gerais; Serviço Geológico do Brasil (2003)

* As subdivisões “Corpo de Rochas Metabásicas”, “Corpo Metagranitóides pré- a sintectônicos” e “Corpo Metagabros e Metadioritos” constam na tabela de atributos da base digital (arquivo *shapefile*) do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2003), mas não constam no mapa analógico (pdf) consultado.

** As denominações “Rochas Supracrustais Mesoproterozóicas” e “Rochas Supracrustais Paleoproterozóicas” constam em Martins (2008, p. 2).

*** Destaca-se que no Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais não há menção sobre qual seria a Formação dentro do Supergrupo Minas para a área em questão, no entanto, no mapa geológico elaborado por Martins (2008, p. 2) consta a seguinte classificação: Rochas Supracrustais Paleoproterozóicas, Supergrupo Minas, Grupo Itacolomi.

no Distrito de Alto Maranhão, município de Congonhas, próximo ao entroncamento da BR-040 com a BR-383, no chamado trevo de Murtinho. A Suíte Alto Maranhão se estende desde a região do Quadrilátero Ferrífero, ao norte, até São João del Rei, ao Sul, sendo a região:

[...] caracterizada por apresentar ampla ocorrência de rochas félsicas plutônicas paleoproterozóicas de composição quartzo-diorítica a granodiorítica, com predomínio dos termos tonalíticos, intrusivas em terrenos vulcanossedimentares e no embasamento ortognáissico arqueano [...]. A Suíte Alto Maranhão assim definida é parte integrante do Cinturão Mineiro, entidade geotectônica que reúne um grande número de corpos plutônicos intermediários a ácidos, com picos de idades de cristalização 2,2 – 2,1 Ga e interpretados como resultantes da evolução de um orógeno acrescionário paleoproterozóico relacionado ao Ciclo Transamazônico da porção meridional do Cráton São Francisco [...]”. (MARTINS, 2008, p. 1).

Em um nível maior de detalhe, a Suíte Alto Maranhão pode ser subdividido em várias Corpos: Alto Maranhão, Cupim, Cassiterita, Itutinga, Nazareno, Pilões, Passa Tempo, Resende Costa, Ressaquinha, Ritápolis, Silverânia e Tabuões (MARTINS, 2008). Desses, quatro estão localizados na área da bacia do rio Santo Antônio: Alto Maranhão (norte-noroeste e leste-sudeste da bacia; litologia: granito, tonalito, migmatito, granodiorito); Pilões (extremo sudoeste, incorporando a cidade de Ritápolis; litologia: granito e trondhjemitito); Resende Costa (centro-norte, incluindo a cidade de Resende Costa; litologia: granitóide); e Ritápolis (oeste-sudoeste; litologia: granito) (COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2003).

3.2.2. Geomorfologia

A região da bacia do rio Santo Antônio está localizada num Escudo Exposto, cujas características gerais são abóbadas de arqueamento e saliências das dorsais, e no domínio morfoclimático dos “Mares de Morros”³. Entende-se por domínio morfoclimático e

³ Com relação ao cognome “mares de morros”, Ab’Saber afirma que: “Em 1939, referindo-se a certas particularidades do modelo de relevo do Brasil Tropical Atlântico, escreveu Pierre Deffontaines: ‘os granitos [sic] fornecem também cumes arredondados mas frequentemente menos bruscos; não se chamam mais ‘pães de açúcar’ e sim ‘meias laranjas’ ou ‘cascos de tartaruga’. Lembrou, ainda que às vezes eram encontradas ‘paisagens inteiras cheias dessas calotas, dando um aspecto de agitação marítima que é bem definida pela expressão ‘mares de morros’. Através dessa primeira aproximação, o autor estava atingindo as raízes de um critério que hoje julgamos ser da mais alta importância para a caracterização de toda uma província morfoclimática do território brasileiro.” (AB’SABER, 2010, p. 57).

fitogeográfico um conjunto espacial onde haja semelhanças entre feições do relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas. Cada domínio ocorre em uma área principal, com certa dimensão e arranjo, em que as condições fisiográficas e biogeográficas formam um complexo relativamente homogêneo e extensivo. Essa área é denominada de *área core* ou área nuclear (AB’SABER, 2010).

A área nuclear do domínio morfoclimático dos “Mares de Morros” está localizada, sobretudo, nas regiões serranas granítico-gnáissicas florestadas do Brasil de Sudeste. As áreas topográficas mamelonares na região Sudeste se estendem do litoral atlântico até algumas centenas de quilômetros para o interior, com níveis altimétricos atingindo acima dos 1000 metros. Essa área engloba o sul de Minas Gerais, nordeste de São Paulo e porção ocidental do Espírito Santo (AB’SABER, 2010). As principais características geomorfológicas do domínio são:

Área de mamelonização extensiva, afetando todos os níveis da topografia (de 10-20 m a 1100-1300 m de altitude no Brasil de Sudeste), mascarando superfícies aplainadas de cimeira ou interioranas, patamares de pedimentação e eventuais terraços. Região do protótipo das áreas de vertentes policonvexas (Libault, 1971). Grau mais aperfeiçoado dos processos de mamelonização, conhecidos ao longo do cinturão das terras intertropicais do mundo. Presença de mais forte decomposição de rochas cristalinas e de processos de convexização em níveis intermontanos, fato que faz suspeitar uma alternância entre pedimentação e a mamelonização nesses compartimentos. Planícies meândricas e predominância de depósitos finos nas calhas aluviais. Frequente presença de solos superpostos, ou seja, coberturas coluviais soterrando *stone lines*, precipitações que variam entre 1100 e 1500 mm e 3 mil a 4 mil mm (Serra do Mar, em São Paulo).

[...]

O domínio dos ‘mares de morros’ corresponde à área de mais profunda decomposição das rochas e de máxima presença de mamelonização topográfica em caráter regional de todo o país. A alteração das rochas cristalinas e cristalofílicas atinge aí o seu maior desenvolvimento, tanto em profundidade quanto em extensão, chegando a ser universal para enormes setores das regiões serranas acidentadas dos planaltos cristalinos do Brasil de Sudeste (núcleo sul-oriental do Escudo Brasileiro). É uma paisagem de forte expressão areolar, que se estende por algumas centenas de milhares de quilômetros quadrados, refletindo a ação dos processos morfoclimáticos tropicais úmidos em faixa hipsométrica cuja amplitude é superior a mil metros (pois, a partir de dois a três metros acima do nível do mar, pode atingir até 1000 a 1100 m ou pouco mais). (AB’SABER, 2010, p. 16-57).

No projeto RADAMBRASIL constam dois mapas com descrições e avaliações da geomorfologia/relevo: o Mapa Geomorfológico e o Mapa de Avaliação do Relevo (BRASIL, 1983a). De acordo com Mapa Geomorfológico, a região da bacia do rio Santo Antônio está localizada, em quase sua totalidade, na unidade geomorfológica Planalto dos Campos das Vertentes, subdivisão da região geomorfológica Planalto Centro Sul de Minas, integrante do domínio morfoestrutural Escudo Exposto. Assim, geomorfologicamente:

A região sob este domínio exibe características morfoestruturais de estabilidade, com exposição de rochas cristalinas integrantes de uma plataforma ou cráton, encontrando-se envolvida por faixas móveis consolidadas, sem ter sofrido ulteriores ações tectônicas de grande porte. Integra conjunto de relevos dissecados, topograficamente desnivelados, os quais constituem compartimentos planálticos soerguidos e rebaixados, em que as cotas altimétricas oscilam entre 400 e 1.300 metros. Predominam as formas de modelados tipo colinas e morros de vertentes convexo-côncavas, esculpidas em litologias granito-gnáissicas do embasamento pré-cambriano. (BARUQUI et al., 2006, p. 20-21).

O Planalto Centro Sul de Minas foi subdividido, conforme Mapa Geomorfológico, em duas unidades geomorfológicas em função do ambiente de dissecação: Planalto dos Campos das Vertentes e Depressão de Belo Horizonte. O Planalto dos Campos das Vertentes é um compartimento planáltico intensamente dissecado em formas mamelonares e cristas, constituindo-se numa paisagem característica do tipo “Mares de Morros” (BRASIL, 1983b). Devido às diversidades das feições do relevo, o Planalto dos Campos das Vertentes foi subdividido em dois compartimentos morfológicos distintos, um a leste e outro a oeste. No compartimento ocidental, predomina uma topografia mais suavizada, com “[...] *dominância de modelados de dissecação homogênea com colinas convexo-côncavas delimitadas por talvegues rasos, às vezes refletindo controle estrutural.*” (BARUQUI et al., 2006, p. 21).

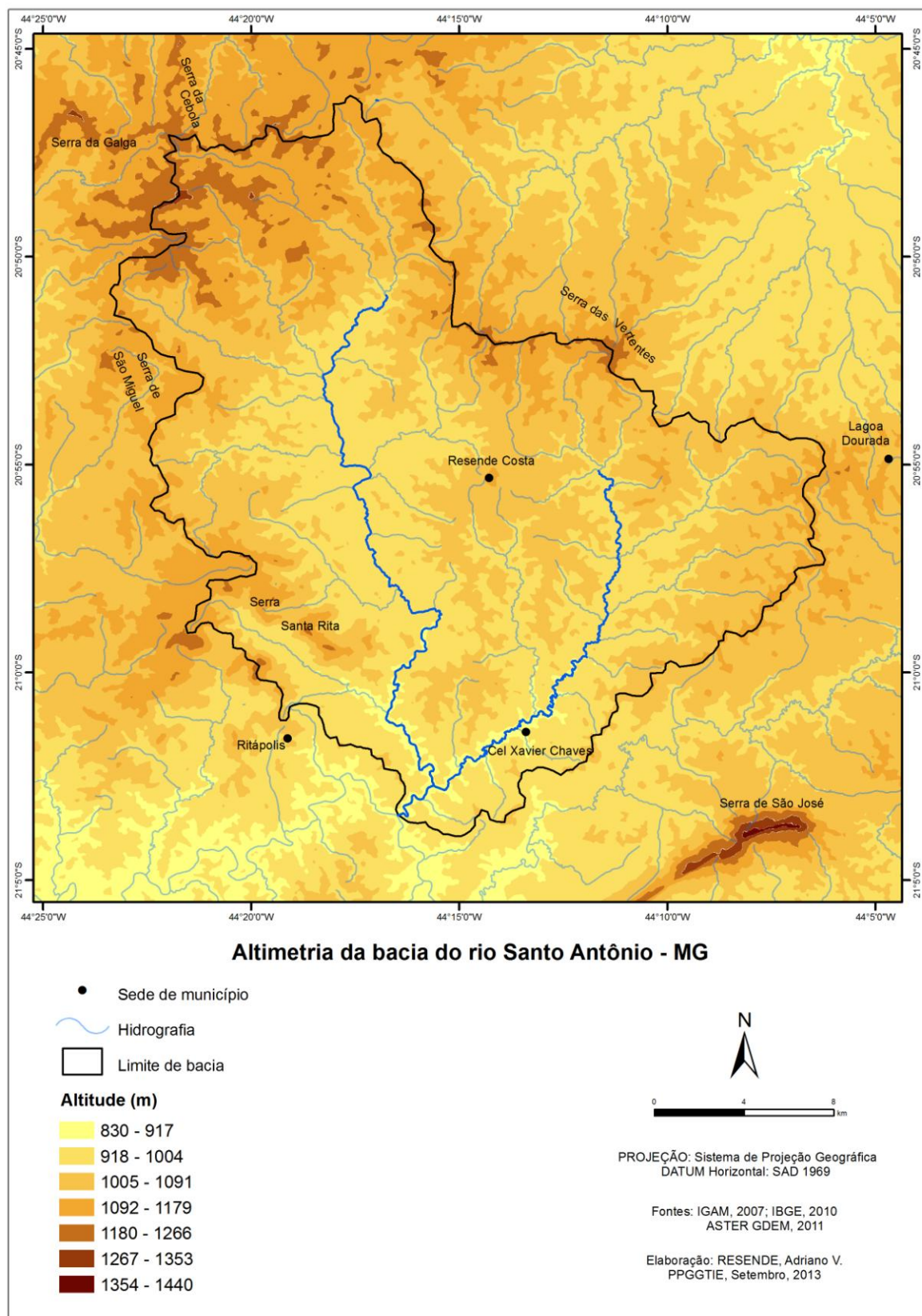
O compartimento oriental do Planalto dos Campos das Vertentes, onde estão localizados os municípios drenados pelo rio Santo Antônio, ostenta predominantemente modelados de dissecação homogênea, compondo-se de grandes colinas e morros de topos convexo-côncavos, comumente dominados por linhas de cumeadas e cristas de topos aguçados. Os entalhamentos das drenagens são em geral profundos e configuram vales encaixados em forma de “V”. As terras possuem topografia com relevo forte ondulado e montanhoso (BARUQUI et al., 2006).

Destaca-se que uma pequena parte da bacia do rio Santo Antônio encontra-se inserida em outra unidade geomorfológica: o Planalto de Andrelândia, subdivisão da região geomorfológica Planaltos do Alto Rio Grande, domínio morfoestrutural Remanescentes de Cadeias Dobradas (BRASIL, 1983a). Essa área está localizada a leste, nas nascentes e trecho médio do córrego Brumado, afluente da margem esquerda do ribeirão do Mosquito, na divisa entre Coronel Xavier Chaves e Lagoa Dourada. Essa unidade geomorfológica apresenta tendência para densidades de drenagem média a baixa e relevo com padrão de dissecação homogênea, representada por colinas com topos convexos a tabulares e encostas suavizadas e intercaladas por cristas alongadas, geralmente assimétricas (BRASIL, 1983b). A título de referência, nessa unidade geomorfológica estão localizadas partes dos municípios de São João Del Rei, Santa Cruz de Minas, Prados, Dolores de Campos, Tiradentes, Barroso e Barbacena.

Ressalta-se que as partes mais altas do Planalto dos Campos das Vertentes são regionalmente subdivididas em várias serras, conforme nomenclatura estabelecida nas cartas planialtimétricas do mapeamento sistemático do IBGE (Mapa 3). Na área de estudo são identificadas as seguintes: Serra das Vertentes localizada na parte nordeste-leste da bacia; Serra da Cebola no extremo norte, Serra do Florentino ou de São Miguel a noroeste e Serra Santa Rita a oeste. No entorno da bacia do rio Santo Antônio destacam-se a Serra de São José, a sul-sudeste, e a Serra da Galga, a norte.

No Mapa Geomorfológico do projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983a) os modelos de dissecação (“D”) foram classificados em dois: dissecação fluvial homogênea, que não obedece a controle estrutural, e dissecação diferencial, marcada por controle estrutural. A dissecação homogênea foi definida em nove combinações das variáveis densidade e aprofundamento de drenagem. Conforme informações do Mapa Geomorfológico, “A densidade é a relação entre o comprimento total dos canais e a área amostrada; classificada em fina (*f*); média (*m*) e grosseira (*g*).” A densidade fina possui mais canais de drenagem por unidade de área e a densidade grosseira menos canais. Já “O aprofundamento é definido pela média das frequências dos desníveis medidos em perfis transversais aos vales contidos na área amostrada, classificados em 1, 2 e 3.” O desnível 3 é o que apresenta maior aprofundamento da drenagem, isto é, maior diferença entre o talvegue e a crista do relevo.

Mapa 3 – Altimetria da bacia do rio Santo Antônio



Na bacia do rio Santo Antônio não há dissecação diferencial. Existem cinco padrões (combinações) de dissecação homogênea: Df1, Df2, Df3, Dm1 e Dm2. A maior parte da bacia (Mapa 4) está enquadrada nas combinações Df2 (centro, sul, leste e sudoeste) e Df1 (oeste, norte e noroeste), portanto, densidade fina, com muitos canais de drenagem por unidade de área, e baixa a média amplitude de relevo, isto é, pequena a média diferença entre o talvegue e a crista do relevo.

Destaca-se que no Mapa de Avaliação do Relevo do projeto RADAMBRASIL (BRASIL,1983a), os modelados (sistema de relevo) foram divididos em dois: de Acumulação e Desnudacionais em Interflúvio e Vertentes. O modelado de Acumulação foi subdividido em duas classes de ambientes: planícies de acumulação marinha e de acumulação fluvial. Os modelados Desnudacionais em Interflúvio e Vertentes foram subdivididos em três classes de ambientes: dissecação, aplanamento, dissolução (cárstica).

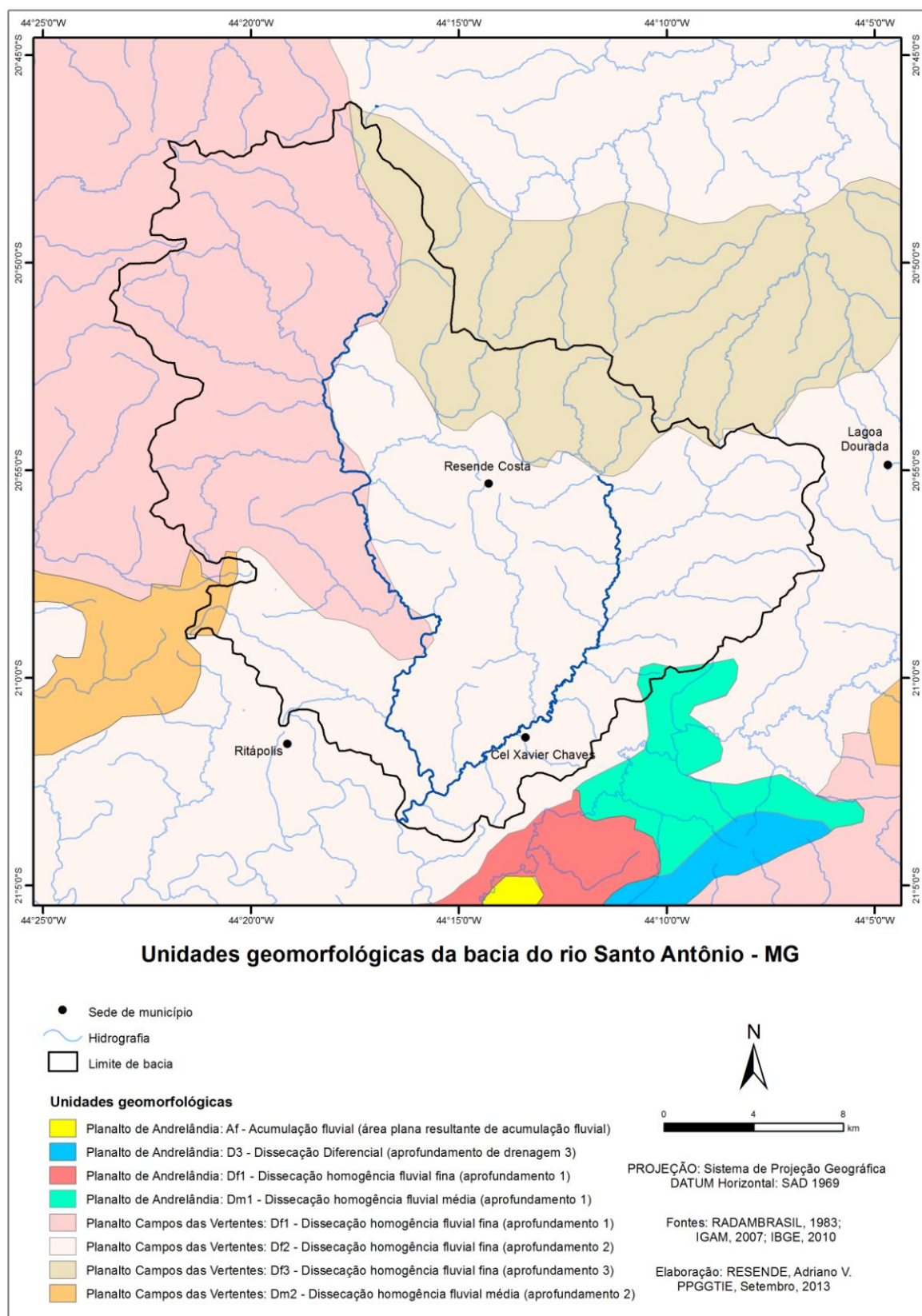
A classe de dissecação, a partir de estudos morfométricos, foi subdividida em dezenove fácies de dissecação possíveis (ou classes de ambientes de dissecação ou classes de avaliação do relevo), através da combinação entre as variáveis aprofundamento dos vales e densidade de drenagem. Os graus de aprofundamento dos vales foram identificados por letras: dissecação muito fraca – Mfa (23 a 42m), fraca – Fa (44 a 92m), moderada – Mo (98 a 155m), forte – Fo (158 a 201m), muito forte – Mfo (212 a 312m) e extremamente forte – Efo (344 a 416m). Já a variação da densidade de drenagem foi indicada por índices numéricos: 1(muito grosseira), 2 (grosseira), 3 (média), 4 (fina), 5 (muito fina) e 6 (extremamente fina) (BRASIL,1983a).

Assim, conforme leitura do Mapa de Avaliação do Relevo (BRASIL,1983a), toda a bacia do rio Santo Antônio e seu entorno estão na combinação (“conjunto alfa-numérico”) ou classe de avaliação do relevo Fa5. As características geomorfológicas apontadas no Mapa para essa classe são: relevos colinosos com vertentes convexas, topos convexados ou tabulares, incisões de drenagem entre 44 e 92 metros e declividades que variam de 5 a 24°.

3.2.3. *Clima*

A climatologia da região Sudeste apresenta a maior diversidade do Brasil, tanto em relação ao regime térmico quanto à distribuição espacial das chuvas. Isso se deve a fatores climatológicos, tanto estáticos quanto dinâmicos, que atuam na região simultaneamente e

Mapa 4 – Unidades geomorfológicas da bacia do rio Santo Antônio



em constante interação. Os fatores estáticos principais estão relacionados com a posição geográfica e a topografia acidentada. Quase todas as terras da região Sudeste estão localizadas na zona tropical, com posição latitudinal situada entre os paralelos de 14° a 25° Sul, na borda ocidental do Oceano Atlântico. A topografia é acidentada, tendo os maiores contrastes morfológicos do Brasil, o que favorece as precipitações pluviométricas, uma vez que atuam no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica (NIMER, 1979a).

Os fatores dinâmicos estão relacionados à ação de várias massas de ar (correntes perturbadoras) que atuam na região: anticiclone semifixo do Atlântico Sul (massa de ar Tropical Atlântica), correntes perturbadas do sul (massa Polar Atlântica), correntes perturbadas de oeste (são as linhas de instabilidade tropical formadas pela frente polar em contato com o ar quente da zona tropical) e correntes perturbadas de leste (massa Tropical Atlântica) (NIMER, 1979a).

Pela classificação de Köppen e Geiger (1928, adaptado por Sá Júnior, 2009), Minas Gerais apresenta três grupos climáticos (A, B e C) divididos em cinco classes climáticas (Am, Aw, BSh, Cwa e Cwb). A maior representatividade é da classe Aw (67%), seguida por Cwa (21%) e Cwb (11%). A mesorregião dos Campos das Vertentes possui três classes: Aw (0,01%), Cwa (47%) e Cwb (53%).

A área de estudo, a bacia do rio Santo Antônio, possui duas classes climáticas: Cwa, a maior parte, e Cwb. Os extremos oeste, leste, noroeste e nordeste e o extremo norte se enquadram na classe Cwb. Tal fato se justifica pela topografia, uma vez que nessas áreas as altitudes ultrapassam os 1.100 metros (Mapa 3), o que determina temperaturas médias menores durante todo o ano. Segundo Sá Júnior, a classe Cwa apresenta:

Clima temperado úmido com inverno seco. A precipitação média é inferior a 60 mm em pelo menos um dos meses desta estação. Apresenta verão quente e a temperatura média do mês mais quente deverá ser superior a 22° C.

[...]

A menor temperatura média foi observada no mês de junho, com 16,6 °C e a máxima no mês de janeiro, com 23°C. A média de temperatura invernal é de 19,7 °C e de verão 22,7°C.

A partir do mês de maio, estende-se até setembro, inicia-se o período seco, com a ocorrência de precipitação menor que 50 mm mês⁻¹.

Observa-se que a distribuição de precipitação dessa classe climática concentra-se, principalmente, nos meses de novembro, dezembro e

janeiro, com precipitação superior a 200 mm mês⁻¹, sendo responsáveis por, aproximadamente, 50% do total de precipitação ocorrido no ano.
[...]

Os menores valores de precipitação por estação foram observados no período de inverno, entre os meses de julho e setembro, com um total de 112,4 mm, média de 37,5 mm mês⁻¹, correspondendo a 8,2% do total de precipitação anual. (SÁ JÚNIOR, 2009, p. 57-59).

A classe climática Cwb apresenta:

Clima temperado úmido com inverno seco, precipitação média inferior a 60 mm em pelo menos dois meses desta estação e verão moderadamente quente, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22° C e, durante pelo menos quatro meses, é superior a 10°C.

[...]

A menor temperatura média foi observada no mês de junho, com 12,7 °C e a máxima, no mês de fevereiro, com 17, 3°C. A média de temperatura invernal é de 14,3 °C e de verão 17°C.

O período seco inicia-se em maio, estende-se até agosto, neste período, a precipitação é menor que 45 mm mês⁻¹.

Observa-se que a distribuição de precipitação dessa classe climática concentra-se, principalmente, nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, com precipitação superior a 200 mm mês⁻¹, sendo responsáveis por, aproximadamente 60% do total de precipitação ocorrido no ano.

Os menores valores de precipitação por estação foram observados no período de inverno, entre os meses de julho e setembro, com um total de 126 mm, média de 45 mm mês⁻¹, correspondendo a 8,1% do total de precipitação anual. (SÁ JÚNIOR, 2009, p. 60-61).

A precipitação média anual para a classe Cwa é da ordem de 1.370 mm e para a classe Cwb 1.560 mm. As temperaturas médias anuais são respectivamente: 20,6 °C e 14,6 °C (SÁ JÚNIOR, 2009).

3.2.4. Hidrogeologia

O conceito de ciclo hidrológico comporta as fases superficiais e subterrâneas do recurso hídrico. Assim, temos as bacias hidrográficas, que abrangem áreas superficiais, e as bacias hidrogeológicas, que “[...] são conjuntos de áreas superficiais e subterrâneas, cujo escoamento alimenta um deflúvio em determinada secção transversal.” (GARCEZ, 1993 apud DESCOVI FILHO, 2009, p. 7).

Sobre as características gerais das águas subterrâneas e a relação dessas com as águas superficiais escreve Rebouças:

Dentro da moderna abordagem do gerenciamento integrado de recursos hídricos, as águas subterrâneas representam a parcela do ciclo hidrológico que transita pelo subsolo de um sistema hidrográfico. Neste particular, merece salientar que, enquanto os rios tem uma função mais propriamente de coleta e transporte da água que chega na calha ou leito, a velocidades da ordem de quilômetros por dia, o subsolo tem uma função de estocagem das infiltrações que ocorrem nos terrenos da unidade hidrográfica, em função das baixas velocidades de percolação, da ordem de centímetros por dia. Em consequência, as águas subterrâneas constituem o elemento primordial de regularização do fluxo dos rios, durante os períodos de estiagem. (REBOUÇAS, 1992, p.77).

A estrutura física interna das bacias hidrogeológicas é constituída pelas Unidades Litoestratigráficas, pelas Unidades Hidroestratigráficas e pelos aquíferos e/ou sistemas aquíferos. Esses arcabouços geológicos e hidrogeológicos são importantes para o entendimento em macro escala da dinâmica que ocorre em subsuperfície (DESCOVI FILHO, 2009).

Minas Gerais apresenta uma significativa diversidade de tipos litológicos, agrupados em diversas unidades litoestratigráficas (COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2003). Esse arcabouço litológico foi formado em distintos tempos geológicos, do Arqueano até o Quaternário, consequentemente, essa diversidade geológica gerou um grande número de unidades aquíferas com características próprias e distintivas (GASTMANS et al., 2012).

As Unidades hidroestratigráficas ou hidrogeológicas representam as unidades aquíferas e as unidades confinantes em subsuperfície, isto é, são um arcabouço geológico que funciona como um sistema hidrológico distinto (DESCOVI FILHO, 2009). Aquífero é o nome dado a uma “[...] *litologia porosa e permeável, capaz de ceder água economicamente a obras de captação; ou seja, o aquífero é um material geológico capaz de servir de depósito e de transmissor da água armazenada.*” (PAVÃO, 2004, p. 40). Destaca-se que, na maioria das vezes, os aquíferos ou sistemas aquíferos não coincidem com os limites do divisor topográfico das bacias hidrográficas, assim, as bacias hidrogeológicas quase sempre não são coincidentes com as bacias hidrográficas.

A partir dos anos de 1970 a denominação de água subterrânea passou a compreender toda a água que ocorre abaixo da superfície terrestre: água do solo, da zona não saturada, da zona saturada, de camadas aflorantes muito permeáveis (aquífero livre), de camadas encerradas entre outras relativamente menos permeáveis (aquífero confinado),

de camadas relativamente argilosas (aquitardes) e de camadas muito argilosas (aquicludes) (REBOUÇAS, 2002).

As águas subterrâneas são determinadas por dois fatores fundamentais: a geologia e as precipitações. Os fatores geológicos regulam, entre outros aspectos, as condições de ocorrências dessas águas (aquífero livre, confinado ou intermediário), as características hidrodinâmicas das rochas aquíferas (porosidade/permeabilidade intergranular ou primária, de fissuras ou secundária⁴), a extensão, a espessura e a profundidade das camadas aquíferas. Com relação ao segundo fator, a quantidade e o regime de ocorrência das precipitações ajudam a determinar as taxas e os processos de recarga (REBOUÇAS, 2002).

Sobre o armazenamento (quantidade) da água subterrânea, nas áreas onde o subsolo é formado por rochas sedimentares, sedimentos inconsolidados (como areia, silte, cascalho) e solos arenosos, decompostos *in situ*, é possível encontrar bons lençóis d'água subterrâneos, sendo os aquíferos chamados de contínuos ou porosos. Já em áreas onde o embasamento cristalino, formado por rocha consolidada, está próximo à superfície, a água subterrânea só é encontrada (acumulada) nas fraturas das rochas, sendo os aquíferos denominados de descontínuos, fraturados ou fissurados⁵ (CABRAL et al., 2001 apud PAVÃO, 2004).

Em áreas de embasamento cristalino geralmente não são encontrados lençóis d'água subterrâneos onde se possa explorar o recurso hídrico em quantidade satisfatória, exceto se a rocha for muito fraturada e essas estiverem interconectadas. Portanto, nesses aquíferos, a água ocupa fraturas e fendas abertas em rochas ígneas e metamórficas, que são rochas duras e compactas com baixíssima permeabilidade (PAVÃO, 2004). Destaca-se que esse é o caso dos aquíferos da bacia do rio Santo Antônio.

⁴ Porosidade primária acontece quando os poros já existem desde o tempo em que a rocha foi formada e porosidade secundária é quando os vazios aparecem após a formação da rocha, como por exemplo, nas fraturas das rochas graníticas. Portanto, a água no subsolo sempre ocupa os espaços vazios formados pelos poros ou pelas fraturas das rochas (CABRAL et al., 2001 apud PAVÃO, 2004).

⁵ Os aquíferos, de forma geral, podem ser classificados com relação ao tipo de rocha armazenadora (aquíferos contínuos ou porosos: ocorrem em rochas sedimentares e sedimentos inconsolidados; aquíferos descontínuos, fraturados ou fissurados: ocorrem em rochas duras e compactas; e aquíferos cársticos: formados em rochas carbonáticas) e em função da pressão a que está submetida a água (aquíferos livres, freáticos ou não confinados: a pressão da água na superfície da zona saturada está em equilíbrio com a pressão atmosférica com a qual se comunica livremente; aquífero confinado, artesianos ou sob pressão: está entre duas camadas impermeáveis; e aquífero suspenso, intermediário ou semiconfinado: é um caso especial de aquífero não confinado, ocorre quando o volume de água subterrânea está separado da água subterrânea principal por um estrato relativamente impermeável) (CABRAL et al., 2001 apud PAVÃO, 2004).

Sobre a qualidade das águas subterrâneas⁶, para a área onde está localizada a bacia do rio Santo Antônio, essas são predominantemente bicarbonatadas, cálcicas a calcomagnesianas, sendo comum também a presença de sódios. As concentrações de potássio são pequenas, apesar dos feldspatos potássicos serem minerais constituintes comuns na composição das rochas graníticas e gnáissicas (GASTMANS et al., 2012).

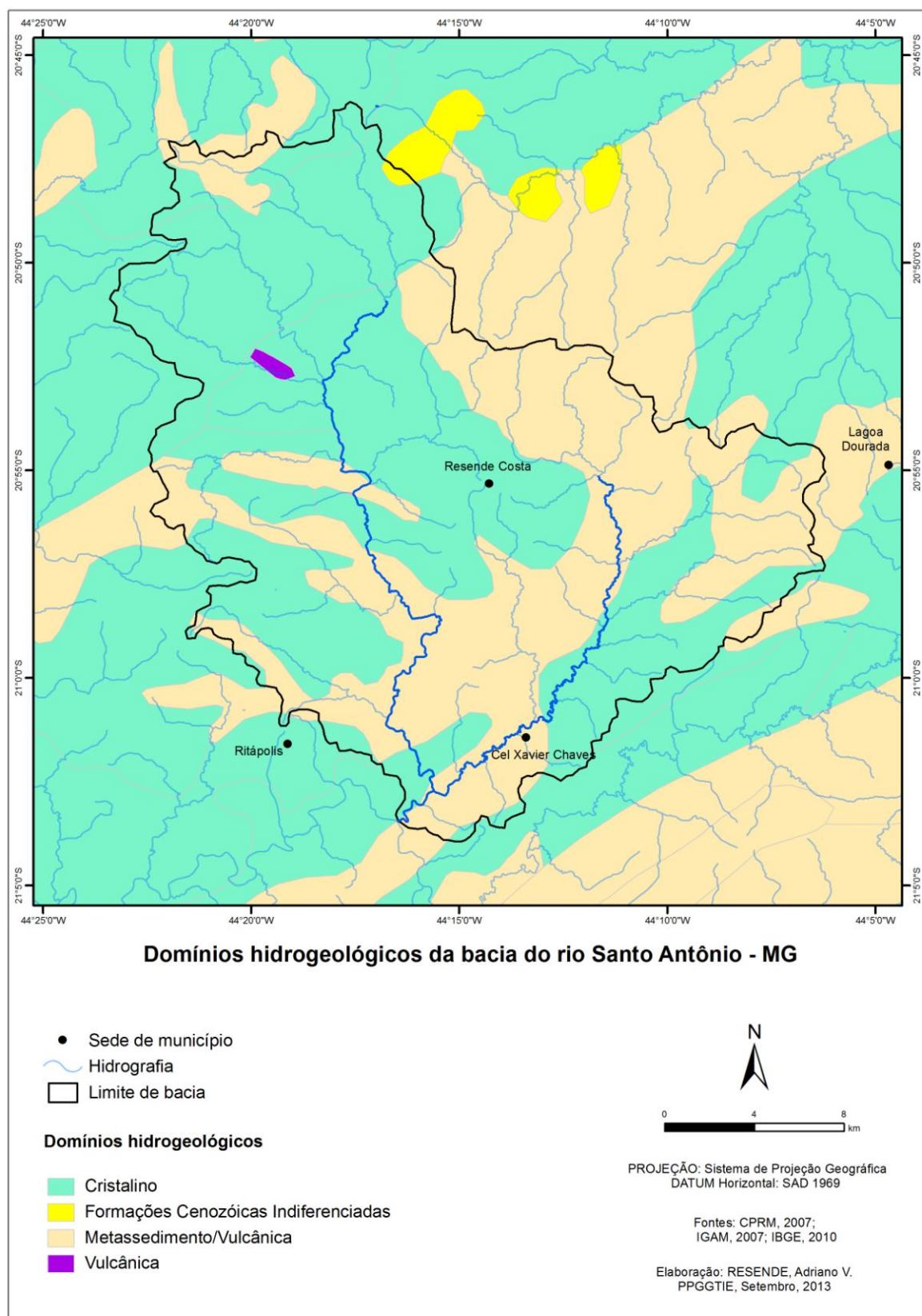
Conforme informações do Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2007), domínio hidrogeológico é conceituado como: “[...] grupo de unidades geológicas com afinidades hidrogeológicas, tendo como base principalmente as características litológicas das rochas”. A bacia do rio Santo Antônio contempla quatro dos sete domínios hidrogeológicos brasileiros: Cristalino, Formações Cenozóicas Indiferenciadas, Metassedimentos/Metavulcânicas e Vulcânicas (Mapa 5). As características hidrogeológicas, a favorabilidade hidrogeológica e o tipo de aquífero da água subterrânea dos quatros domínios são apresentados num quadro-resumo (Quadro 3).

3.2.5. Hidrografia

O rio Santo Antônio tem sua formação no encontro das águas do ribeirão de Cima e do ribeirão de Baixo, no Povoado do Ribeirão de Santo Antônio, município de Resende Costa, no sopé da Serra das Vertentes. As nascentes do ribeirão de Cima estão localizadas na Serra das Vertentes, a uma altitude próxima a 1.140 m, e as do ribeirão de Baixo nas proximidades da Serra da Cebola – perto do Povoado do Cajuru – a uma altitude próxima a 1.160 m. A partir de sua formação, na parte norte da bacia, o rio segue no sentido sudoeste até a confluência com o ribeirão dos Marianos, onde muda de direção, agora norte-sul, e passa a correr predominantemente no sentido sul. Após o encontro com o ribeirão do Mosquito volta a correr sentido sudoeste, desaguando no rio das Mortes, na divisa entre os municípios de Ritápolis e Coronel Xavier Chaves e à jusante da cidade de São João del Rei, a uma altitude próxima a 892 m. O rio Santo Antônio percorre

⁶ Para análise da qualidade da água subterrânea, em Minas Gerais foi utilizada uma base de dados com 462 amostras provenientes de poços tubulares profundos, distribuídos pelos 10 sistemas aquíferos de Minas Gerais, sendo que dessas 251 estavam localizadas no Sistema Aquífero Granítico-Gnáissico, que abrange partes do centro-sul e a faixa leste do Estado (GASTMANS et al., 2012). Destaca-se que a bacia do rio Santo Antônio está localizada dentro desse Sistema Aquífero, conforme Mapa das Unidades Aquíferas proposto por Souza (1995).

Mapa 5 – Domínios hidrogeológicos da bacia do rio Santo Antônio



Quadro 3 – Resumo das características hidrogeológicas, dos tipos de aquíferos e da favorabilidade hidrogeológica das águas subterrâneas da bacia do rio Santo Antônio

Domínio Hidrogeológico / Tipo de aquífero	Características hidrogeológicas / Favorabilidade hidrogeológica
Formações Cenozóicas Indiferenciadas – aquífero poroso	- Depósitos do Quaternário e Terciário (aluviões, coluviões, coberturas detríticas e detríticas-lateríticas diversas e coberturas residuais), recobrindo rochas mais antigas; - Caracterizam-se pela pequena espessura e continuidade; - Alguma importância hidrogeológica como área de recarga ou estoque temporário para os aquíferos subjacentes; - Exploração possível através de poços escavados; - Baixa favorabilidade hidrogeológica.
Metassedimentos/ Metavulcânicas – aquífero fissural	- É enquadrado nesse domínio grande parte das supracrustais, aí incluídos os <i>greenstones belts</i>, com litotipos relacionados ao aquífero fissural (xistos, filitos, metarenitos, metassiltitos, metagrauvascas; - Como quase não existe uma porosidade primária nestes tipos de rochas, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão; - As vazões produzidas por poços são pequenas, e a água é muitas vezes salinizada; - Possui maior favorabilidade hidrogeológica que o domínio Cristalino tradicional; - Baixa favorabilidade hidrogeológica.
Vulcânicas – aquífero fissural	- Reúne rochas vulcânicas e metavulcânicas de baixo grau, de natureza ácida a básica, com comportamento tipicamente fissural (porosidade secundária de fendas e fraturas); - Essas sequências rochosas tendem normalmente ao anisotropismo (propriedades hidráulicas, principalmente a permeabilidade, variam segundo em qualquer direção no espaço) (SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ, 2012); - Possui uma maior favorabilidade que o domínio dos metassedimentos/metavulcânicas; - Favorabilidade hidrogeológica variável.
Cristalino – aquífero fissural	- São reunidos litotipos ao aquífero fissural: granitóides, gnaisses, granulitos, migmatitos, rochas básicas e ultrabásicas; - Porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão; - As vazões produzidas por poços são pequenas, e a água em função da falta circulação e do tipo de rocha (entre outras razões) é na maior parte das vezes salinizada; - Apresenta a menor possibilidade ao acúmulo de água subterrânea dentre todos aqueles relacionados aos aquíferos fissurais. - Baixa/muito baixa favorabilidade hidrogeológica.

Fonte: adaptado de Serviço Geológico do Brasil (2007)

aproximadamente 35 km da sua formação, na confluência do ribeirão de Cima com o ribeirão de Baixo, até sua foz no rio das Mortes. Se considerarmos o seu trecho mais extenso, nas nascentes do córrego Bertânia, afluente do ribeirão de Baixo, o percurso do rio Santo Antônio chega a 50 km (Mapa 6).

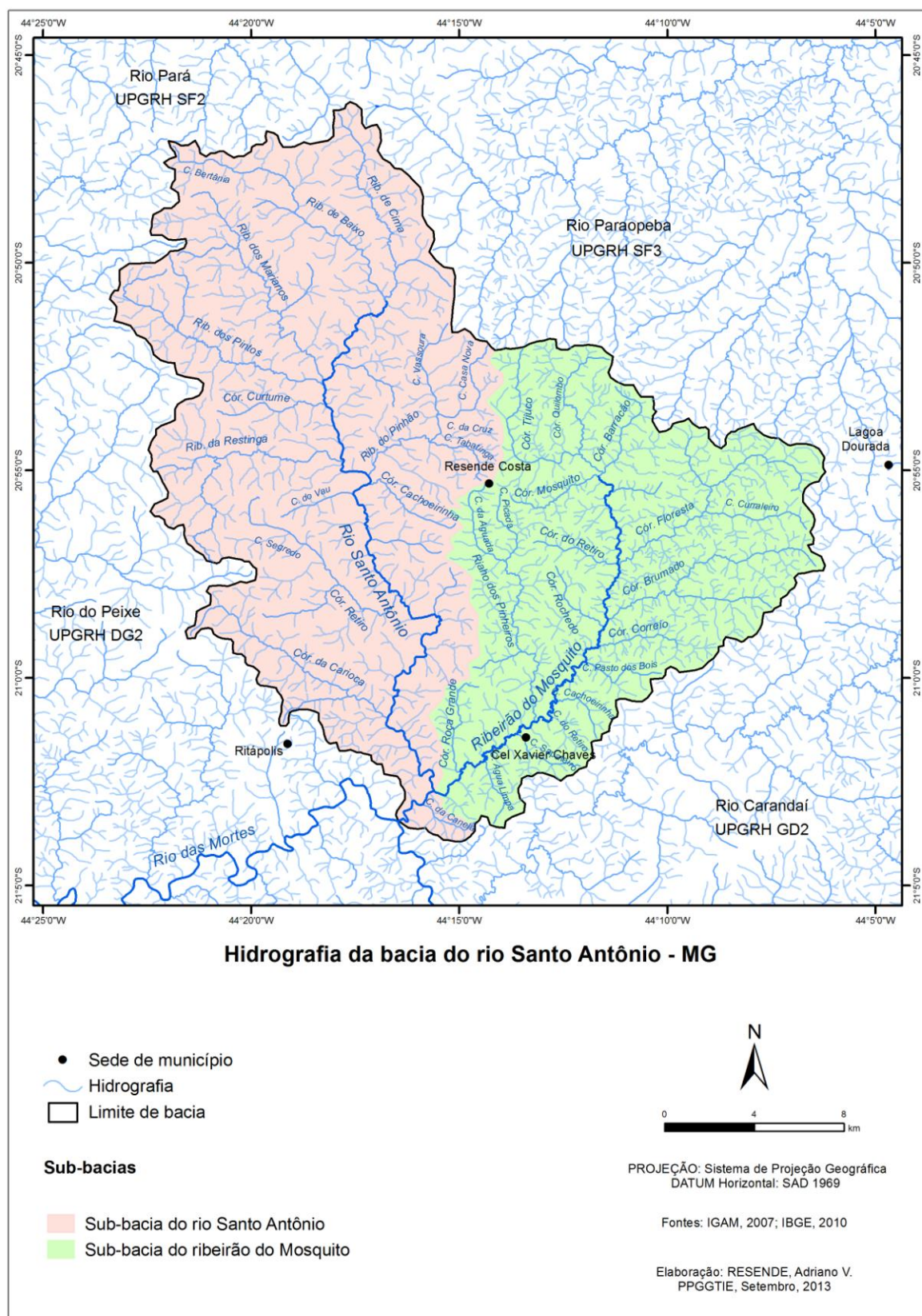
A bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, com uma área de drenagem de 513 km², se limita a norte com a bacia do rio Pará (UPGRH SF2); a nordeste com a bacia do rio Paraopeba (UPGRH SF3), ambos afluentes do São Francisco; a sudeste com a bacia do rio Carandaí, a oeste com a bacia do rio do Peixe, esses dois afluentes da margem direita do rio das Mortes (UPGRH GD2); e a extremo sul com o próprio rio das Mortes.

Os principais afluentes do rio Santo Antônio, após a confluência dos ribeirões de Cima e de Baixo, pela margem direita, das cabeceiras sentido foz, são: ribeirão dos Marianos, ribeirão dos Pintos, ribeirão da Restinga, córrego Retiro e córrego da Carioca. Pela margem esquerda: ribeirão Pinhão, córrego Cachoeirinha, córrego Patrimônio e ribeirão do Mosquito ou das Coroas. Destaca-se que esse último é o mais importante dentre os afluentes, drenando a parte sudeste, leste e nordeste da bacia do rio Santo Antônio.

O ribeirão do Mosquito tem sua formação no encontro das águas do córrego do Mosquito e do córrego Barracão, nas proximidades do Povoado do Barracão, município de Resende Costa. As nascentes do córrego do Mosquito estão localizadas a leste da cidade de Resende Costa, em área urbana, a uma altitude próxima a 1.070 m, e as do córrego Barracão estão na Serra das Vertentes, a uma altitude próxima a 1.100 m. A partir de sua formação, a noroeste da bacia, o ribeirão do Mosquito segue no sentido sul. Na confluência com o córrego Correio passa a correr no sentido sudoeste até desaguar no rio Santo Antônio, no município de Coronel Xavier Chaves, a uma altitude próxima a 902 m. O ribeirão do Mosquito percorre aproximadamente 35 km de uma de suas nascentes no córrego do Tijuco até a sua foz, sendo que 25 km são percorridos depois da confluência dos córregos do Mosquito e Barracão. Destaca-se que a foz do ribeirão do Mosquito no rio Santo Antônio está a 3 km da desembocadura desse último no rio das Mortes.

A sub-bacia do ribeirão do Mosquito, com uma área de drenagem de 201 km², envolve três dos quatro municípios da bacia do Santo Antônio: Coronel Xavier Chaves, Resende Costa e Lagoa Dourada. Os principais afluentes, após a confluência dos córregos do Mosquito e Barracão, pela margem direita são: córrego do Retiro, córrego

Mapa 6 – Hidrografia da bacia do rio Santo Antônio



Rochedo, riacho dos Pinheiros e córrego Roça Grande; e pela margem esquerda: córrego Floresta, córrego Brumado e córrego Correio.

3.2.6. *Pedologia*

O solo é, pelo senso comum, o local onde pisamos, plantamos e vivemos. Em termos técnicos, é um meio poroso, biologicamente ativo e está sempre se desenvolvendo na superfície terrestre, com exceção nos desertos e nas áreas geladas. O solo é um componente fundamental nos ecossistemas terrestres, afetando o balanço de energia, o ciclo da água, a ciclagem de nutrientes e a produtividade do ecossistema (REICHERT et al., 2009). Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos:

O solo que classificamos é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 2006, p. 32).

A maioria dos solos apresenta uma sucessão de camadas ou horizontes, geralmente paralelos à superfície terrestre, com diferentes características entre si. Os horizontes pedológicos são frutos da ação simultânea de processos físicos, químicos e biológicos (REICHERT et al., 2009). Esses horizontes se distinguem do material de origem, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria. Esses processos ocorrem ao longo do tempo e sob a influência dos fatores geologia, clima, relevo e organismos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 2006).

A partir da superfície os horizontes principais são: O ou H, E, B, C e D ou R. Horizonte O ou H: horizonte orgânico. Horizonte A: horizonte mineral rico em matéria orgânica, geralmente tem coloração escura. E: horizonte eluvial, de perdas de argila, óxidos de ferro e de alumínio ou matéria orgânica, é arenoso e de coloração mais clara. B: horizonte que contém argilas, óxidos e material orgânico, geralmente de cor mais avermelhada. C: horizonte sem processos pedogenéticos, é a rocha matriz ou o material de

origem em decomposição, coloração mais clara. R: material de origem, geralmente um substrato rochoso (REICHERT et al., 2009).

Destacam-se aqui duas questões. Primeira, algumas vezes não há clara distinção entre os horizontes, apresentando assim características intermediárias entre dois horizontes principais. Dessa forma, o horizonte pode ser de transição (miscigenado), exemplo AB, BC etc., ou intermediário (mesclado), exemplo A/B, B/C etc. Segunda, o solo pode ter apenas um desses horizontes (horizonte A) sobre um substrato rochoso, dependendo de seu grau de desenvolvimento (REICHERT et al., 2009).

Na análise da morfologia do solo, faz-se a descrição das características diagnosticadas em campo, quase sempre com utilização de um perfil de solo. A partir desse, é possível descrever as características internas do solo (espessura, cor, textura, estrutura, consistência, porosidade, transição e horizontes), a presença de raízes e as características ambientais do local (REICHERT et al., 2009). Define-se perfil de solo como a face do *pedon* (que é o corpo tridimensional que representa o solo) que vai da superfície do solo ao contato com o material de origem, que geralmente é um substrato rochoso (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 2006).

A descrição da aparência do perfil do solo é comumente feita seguindo uma metodologia padronizada (SANTOS et al., 2005). Essa metodologia consiste na exposição do perfil do solo em barrancos formados pelo corte da abertura de estradas ou em buracos/trincheiras escavadas no solo, de modo que o solo fique exposto desde a superfície até o material de origem ou até onde se possa perceber as variações de horizontes. Destaca-se que os solos não são iguais em toda superfície, eles possuem características morfológicas, mineralógicas, químicas e físicas decorrentes dos processos e fatores que os deram origem, sendo classificados de acordo com essas características.

A classificação dos solos é feita principalmente com base em seu perfil. Assim, o *pedon* é a unidade básica de estudo utilizada pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Essa classificação leva em conta a variabilidade dos atributos, as propriedades e as características dos horizontes ou camadas do solo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 2006).

O sistema de classificação adotado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos leva em conta o chamado nível categórico, que “[...] é um conjunto de classes definidas segundo atributos diagnósticos em um mesmo nível de generalização ou

abstração e incluindo todos os solos que satisfizerem a essa definição.” (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 2006, p. 67). As características ou propriedades usadas para definição do nível categórico devem ser identificadas em campo (com utilização do perfil do solo, por exemplo), inferidas de outras propriedades reconhecidas em campo, identificadas a partir de análises laboratoriais ou ainda a partir de conhecimentos da ciência do solo e de outras disciplinas correlatas.

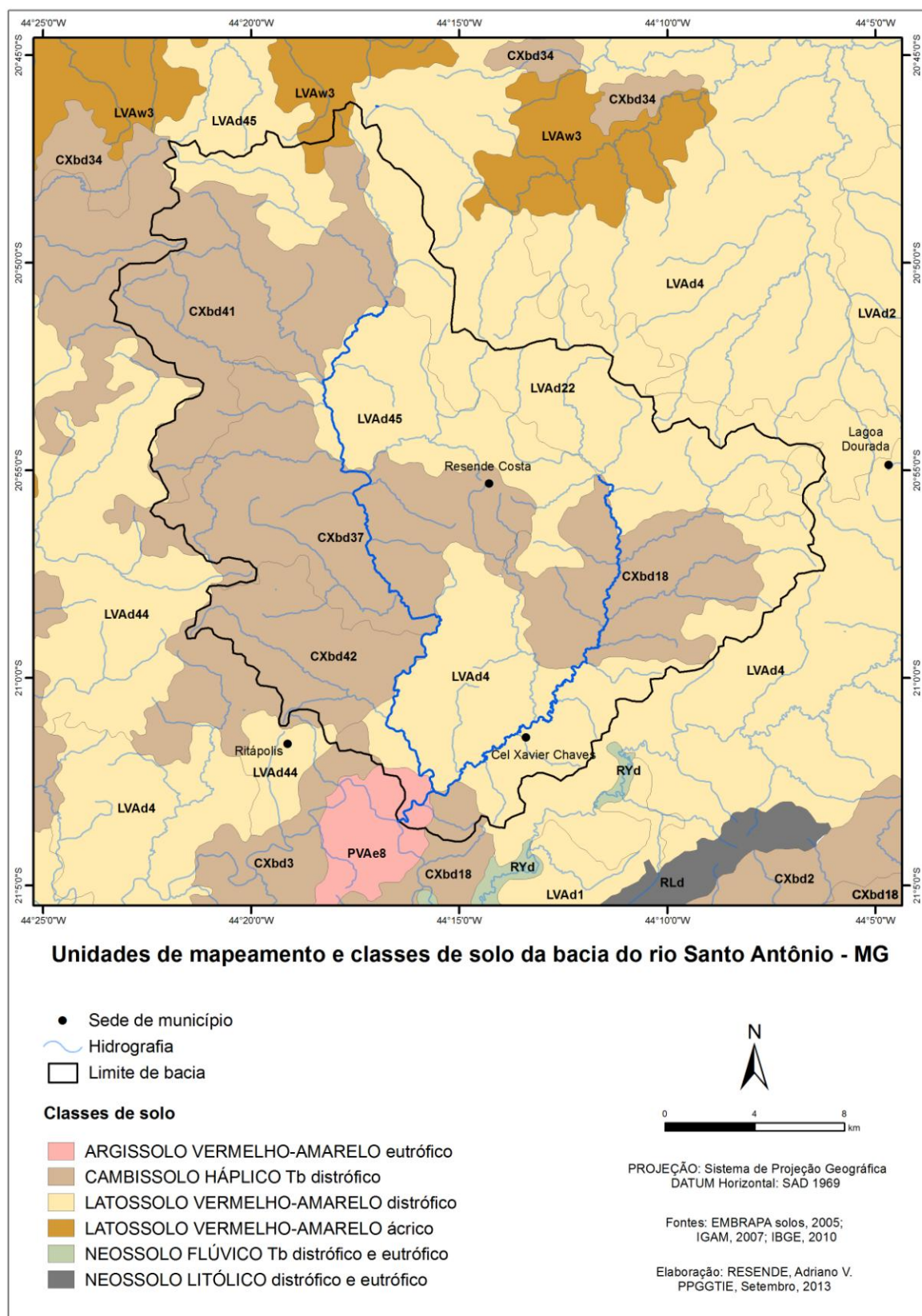
São seis os níveis categóricos adotados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: as classes do 1º nível (ordens) e do 2º nível (subordens) são escritas com todas as letras maiúsculas, as do 3º nível (grandes grupos) apenas com a primeira letra maiúscula e as do 4º nível (subgrupos) em letras minúsculas. A utilização da nomenclatura para as classes do 5º nível (famílias) e do 6º (séries) estão em discussão ou ainda não definida no país (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 2006). A título de exemplo, no 1º nível (que é o nível mais referido nos estudos acadêmicos e técnicos), os solos foram agrupados em treze classes: ARGISSOLO, CAMBISSOLO, CHERNOSSOLO, ESPODOSSOLO, GLEISSOLO, LATOSSOLO, LUVISSOLO, NEOSSOLO, NITOSSOLO, ORGANOSSOLO, PLANOSSOLO, PLINTOSSOLO e VERTISSOLO.

A bacia do rio Santo Antônio (Mapa 7), conforme Mapa de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Zona Campos das Vertentes-MG (BAURIQUI et al., 2006), possui três classes do 1º nível categórico: LATOSSOLO, CAMBISSOLO e ARGISSOLO. As duas primeiras são as classes predominantes. Os CAMBISSOLOS estão localizados principalmente na parte oeste, central e nordeste da bacia; enquanto os LATOSSOLOS predominam na porção sul e nordeste. Os ARGISSOLOS pequeno trecho perto da foz do rio Santo Antônio. As unidades de mapeamento e as principais características dos solos na bacia do rio Santo Antônio e seu entorno são apresentadas num quadro-resumo no Apêndice A.

3.2.7 *Vegetação nativa original*

Em relação à vegetação nativa do domínio morfoclimático dos “Mares de Morros”, onde se localiza a região da bacia do rio Santo Antônio, Aziz Ab'Saber faz a seguinte caracterização:

Mapa 7 – Unidades de mapeamento e classes de solo da bacia do rio Santo Antônio



Florestas tropicais recobrimo níveis de morros costeiros, escarpas terminais tipo “Serra do Mar” e setores serranos mamelonizados dos planaltos compartimentados e acidentados do Brasil de Sudeste. Florestas biodiversas, dotadas de diferentes biotas, primariamente recobrimo mais de 85% do espaço total.

[...]

Por sua vez, a porção sul e sul-oriental de Minas Gerais apresenta um quadro tão contínuo de florestas tropicais em áreas geomorfológicas típicas de “mares de morros”, que foi denominada Zona da Mata mineira. Um espaço de florestas tropicais que se estendia desde a porção ocidental das serranias fluminenses até Santos Dumont, Juiz de Fora e Manhuaçu, sofrendo modificações drásticas nos altiplanos campestres, dotados de ecossistemas híbridos ocorrentes entre Tiradentes e Barbacena (no mapa de vegetação do projeto RADAMBRASIL essa área foi classificado com a vegetação de Cerrado – comentário nosso). O nível de interiorização das matas atlânticas no Sul de Minas/ Interior Fluminense perfaz de 500 a 600 quilômetros para o interior, comportando sempre florestas tropicais de planaltos dotados de clima mesotérmico, com 18° a 20° de temperatura e 1300 a 1600 mm de precipitações anuais.

[...]

Não são os climas tropicais mesotérmicos dos planaltos que garantem a presença de florestas biodiversas, mas, sim, a riqueza de algumas grandes manchas de solos ricos e influências orográficas na Serra do Mar, rebordos sul-orientais e ocidentais da Mantiqueira e escarpas de cuevas arenítico-basálticas do interior. Ao todo, existiam 82% de florestas tropicais de planaltos, contrapondo-se aos 15% de redutos de cerrados e cerradões. (AB’SABER, 2010, p. 16-17-49-50).

A bacia do rio Santo Antônio está localizada no bioma Mata Atlântica, conforme leitura dos Mapas de Biomas do Brasil e de Vegetação do Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2004a e 2004b). O artigo 2º da chamada Lei da Mata Atlântica, Lei Federal 11.428 de 2006, estabeleceu os sistemas florestais que se enquadram dentro do bioma, *in verbis*:

Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; **Floresta Estacional Semidecidual (grifo nosso)**; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. (Brasil, 2006).

No Mapa de Vegetação do Brasil, elaborado pelo projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983a), a formação florestal nativa predominante na área da bacia do rio Santo

Antônio faz parte da região fitoecológica⁷ Floresta Estacional Semidecidual (Mapa 8). Essa região fitoecológica apresenta fundamentalmente o mesmo ambiente e se repete dentro de um mesmo clima, podendo ocorrer em terrenos de litologia variada, mas com relevo bem marcado (BRASIL, 1983b). Ressalta-se que, segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012e), as caracterizações das formações florestais nativas do projeto RADAMBRASIL foram realizadas a partir da vegetação remanescente, o que proporcionou a observação de uma florística típica e, mais especificamente, com formas biológicas características de cada região.

A Floresta Estacional Semidecidual, pelo projeto RADAMBRASIL, é subdividida em quatro Formações: Florestas Aluvial, das Terras Baixas, Submontana e Montana. A bacia do rio Santo Antônio está dentro da Floresta Montana. A região fitoecológica Floresta Estacional Semidecidual e a Formação Montana apresentam as seguintes características:

O conceito ecológico da Região da Floresta Estacional, segundo Veloso & Góes-Filho (1982), está preso ao clima de duas estações, uma chuvosa e outra seca, que condicionam uma estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, os quais têm adaptação fisiológica à deficiência hídrica ou à baixa temperatura, durante certo tempo.

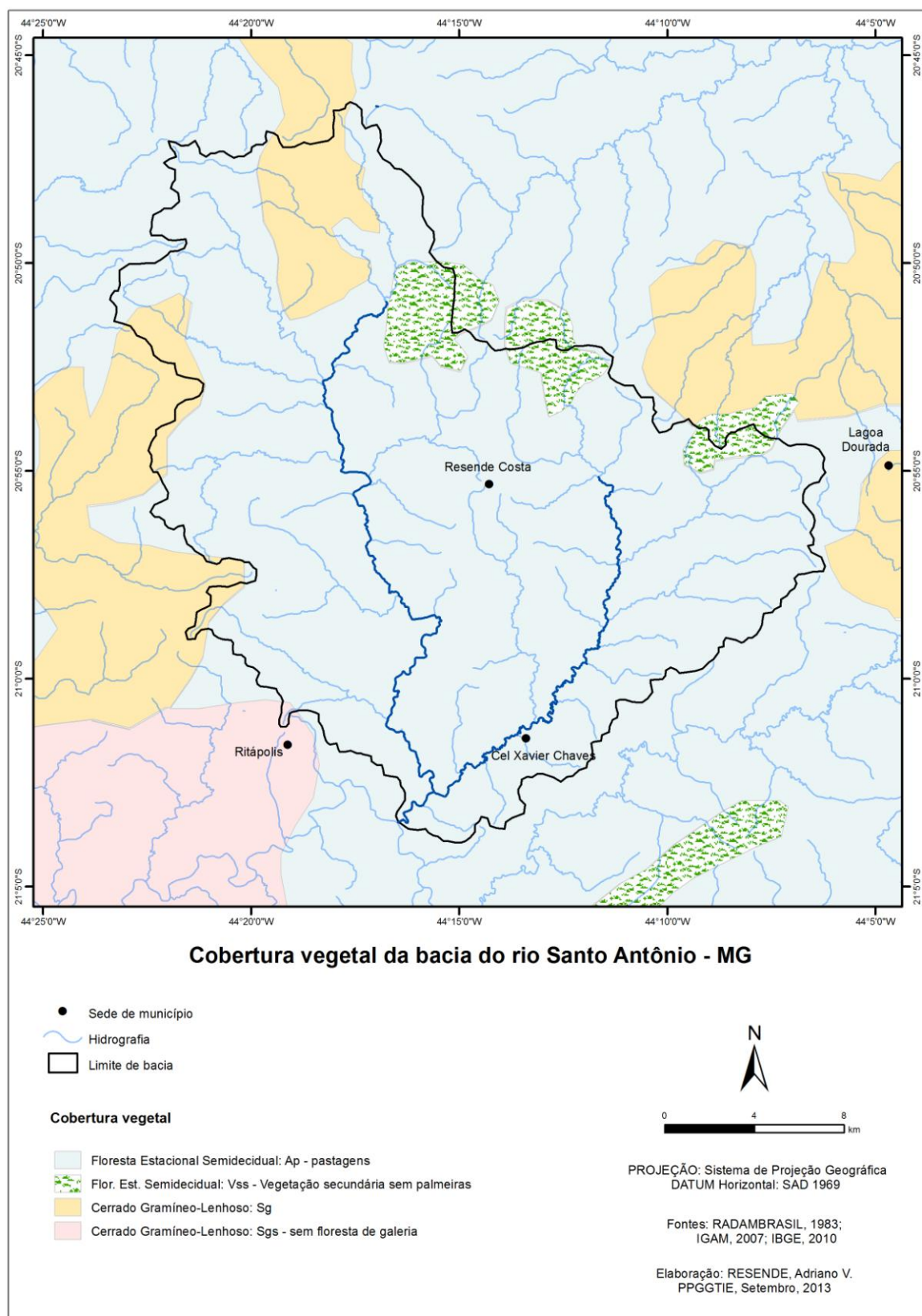
No caso da Floresta Semidecidual, a percentagem de árvores caducifólias no conjunto florestal, e não das espécies que perdem folhas individualmente, deve situar-se em torno de 20 a 50% na época desfavorável. [...] os ambientes da Floresta Estacional Semidecidual ocorrem sob um clima tropical estacional com mais de 60 dias secos por ano, sobre litologia pré-cambriana, nas mais variadas formas de relevo, até o Quaternário. (BRASIL, 1983a)

Destaca-se a existência de uma mancha (enclave⁸) de Cerrado, com Formação campestre Gramíneo-Lenhosa, dentro da região fitoecológica Floresta Estacional Semidecidual na área da bacia do rio Santo Antônio (BRASIL, 1983a). Esse enclave está localizado entre os trechos alto e médio dos ribeirões dos Marianos, de Baixo e de Cima,

⁷ Conforme informações do texto explicativo do projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983b), as regiões fitoecológicas (fitogeográficas), delimitadas no Mapa de Vegetação das Folhas SF. 23/24, são num total de sete: regiões da Savana (Cerrado), da Estepe (Caatinga), da Floresta Ombrófila Densa, da Floresta Ombrófila Aberta, da Floresta Ombrófila Mista, da Floresta Estacional Semidecidual e da Floresta Estacional Decidual.

⁸ “Para designar manchas de ecossistemas típicos de outras províncias, porém, encravadas no interior de um domínio de natureza totalmente diferente, é utilizada a expressão ‘enclave’ fitogeográfico [...]” (AB’SABER, 2010, p. 145).

Mapa 8 – Cobertura vegetal da bacia do rio Santo Antônio



alongando-se sentido norte, adentrando a bacia do rio Pará (Mapa 6). A título de localização geográfica local, essa mancha de Cerrado é visível entre os Povoados dos Pintos, do Ribeirão e do Cajuru (esse último localizado fora da área de estudo, já na bacia do rio Pará).

Já o Cerrado é subdividido em quatro Formações: Arbórea Densa, Arbórea Aberta, Parque e Gramíneo-Lenhosa. A Formação Gramíneo-Lenhosa foi ainda subdividida em duas subformações: sem floresta-de-galeria e com floresta-de-galeria (BRASIL, 1983a). A região fitoecológica do Cerrado e a Formação Gramíneo-Lenhosa apresentam as seguintes características:

A Região da Savana foi generalizada por Veloso & Góes-Filho (1982) como denominação para várias formações campestres nas áreas tropicais e subtropicais da Zona Neotropical intercaladas por plantas lenhosas arbóreas, de pequeno e médio porte, em geral serpenteadas de florestas-de-galeria. Assim, a Savana se apresenta na Folha SF 23 Rio de Janeiro com as Formações Arbórea Densa, Arbórea Aberta, Parque e Gramíneo-Lenhosa nas áreas mapeadas com vegetação remanescente. Ocupa uma área onde domina atualmente a fisionomia gramíneo-lenhosa, geralmente mantida pelo fogo, e pequenos agrupamentos dispersos das formações arbóreas.

[...] Nas áreas pré-cambrianas a Savana reveste dos locais constituídos de rochas também pobres em bases (filitos, siltitos, folhelhos ardorianos etc.) que produzem solos álicos e distróficos, geralmente pouco profundos [...] O clima apresenta curvas ambométricas [...] que variam de 30 a 120 dias secos e as precipitações totais médias anuais de 1.300 a 1.700 mm, com déficits hídricos de 0 a 4 meses. O clima atual segundo vários autores [...], exerce pouca influência sobre a existência da Savana. Este tipo de vegetação reflete um longo paleoclima intercalado por períodos secos e chuvosos, no Quaternário, que produziram e produzem até hoje intensa lixiviação nos solos (Ab'Sáber, 1973), prevalecendo formas de vida já adaptadas à característica de esclerofilia oligotrófica (Arens, 1958).

[...]

Esta fisionomia (a Savana Gramíneo-Lenhosa, observação nossa) é composta por formas de vida onde predominam as hemicriptófitas graminóides cespitosas e caméfitas lenhosas com órgãos subterrâneos armazenadores (xilopódios, prevalecendo as microfilas esclerófilas dispersas no terreno. Apresenta-se às vezes entremeada pela floresta de galeria. Sua composição florística é caracterizada por Gramineae dos gêneros *Aristida*, *Anfropogon*, *Panicum*, *Paspalum*, principalmente.

O fogo mantém esta fitofisionomia, que é utilizada como pastagem extensiva. (BRASIL, 1983b, p. 579-580).

Apesar de não especificado no Mapa de Vegetação do projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983a), pôde-se verificar em campo que a vegetação de Cerrado na área de

estudo possui originalmente mata de galeria ou mata ciliar, estando ausente em lugares devido principalmente a ações antrópicas.

3.3. Caracterização socioeconômica

O objetivo do presente item é fazer uma caracterização socioeconômica da área de estudo, situando resumidamente os municípios de Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada, Resende Costa e Ritápolis no contexto histórico-regional e socioeconômico. Para tanto, foram tratadas as seguintes questões: a ocupação histórica da região e a formação política dos municípios; a caracterização das aglomerações urbanas e das principais comunidades rurais; a caracterização das principais atividades econômicas; e uma síntese de questões relativas ao saneamento básico: água, esgoto e resíduos sólidos.

3.3.1. Ocupação histórica da região e formação política dos municípios

A partir da segunda metade do século XVII, os bandeirantes paulistas, alguns com o apoio da Coroa Portuguesa, foram os primeiros a se aventurarem nos sertões à procura de ouro e outras pedras preciosas. Em fins do século XVII, entre 1.693 e 1.695, eles encontraram ouro na Serra da Mantiqueira. Depois os bandeirantes descobriram ouro na região do rio das Velhas: Mariana, Sabará e Ouro Preto (MARTINS, 2000). Assim, foi com a descoberta do ouro que o território, posteriormente denominado de Minas Gerais, se incorporou de fato à economia colonial brasileira.

Superadas as adversidades (relevo montanhoso da Serra da Mantiqueira, contato com os indígenas, dificuldades por alimentação, doenças tropicais etc.), os bandeirantes começaram, a partir dos anos iniciais do século XVIII, a efetivamente ocupar a região. A fixação desses aventureiros se deu, sobretudo, no entorno de áreas de extração de ouro. Esse metal precioso, o chamado ouro de aluvião, foi encontrado em abundância nas margens dos afluentes dos rios São Francisco, Grande, Jequitinhonha e Doce. A extração de ouro das camadas mais profundas, as minas, só foi praticamente desenvolvida no século XIX, quando o ouro misturado aos cascalhos dos rios se esgotou (MARTINS, 2000).

Nas imediações do rio das Mortes⁹, segundo consta, o ouro foi descoberto por um paulista chamado João de Siqueira Afonso, em 1702, que então comunicou o fato ao Guarda-Mor Tomé Portes del Rei. A vinda de aventureiros para a região em busca de ouro provocou a fixação efetiva dos primeiros núcleos de povoamento ao que antes eram apenas ranchos de abastecimento (CAMPOS, 1998). A região do rio das Mortes era passagem natural para quem vinha de São Paulo ou de Paraty pelo chamado Caminho Velho e se dirigia para o interior da Capitania em sentido às vilas do ouro (dentre essas: Sabará, Mariana e Vila Rica) nos anos iniciais da exploração de Minas Gerais (ÁLVARES, 2003).

Com a divulgação da notícia sobre as riquezas das Minas, a corrida para o interior da Colônia foi grande, o que gerou uma ocupação desordenada. Disputas pelas áreas mineradoras não faltaram, cita-se a Guerra dos Emboabas na primeira década do século XVIII (1708-1709). Diante de tal fato, ficou evidente para as autoridades portuguesas que a única forma de garantir a autonomia metropolitana sobre a produção aurífera era promover um maior controle administrativo e fiscal das regiões mineradoras. Assim, em 1709, a Coroa Portuguesa criou duas

Capitanias em substituição à de São Vicente: Capitania de São Paulo e Minas do Ouro e Capitania do Rio de Janeiro. Foi criada também a primeira vila, Vila do Ribeirão do Carmo (hoje Mariana), que se tornou a capital da Capitania de São Paulo e Minas do Ouro. Três meses depois foram criadas mais duas: Vila Rica (Ouro Preto) e Vila Real do Sabará (MARTINS, 2000).

Entre 1713 e 1718 foram criadas outras vilas: Vila Nova da Rainha (Caeté), Vila de Pitangui (Pitangui), Vila do Príncipe (Serro), Vila de São João del Rei¹⁰, a quarta vila a ser criada em Minas, e Vila de São José del Rei (Tiradentes). Essas duas últimas na região do rio das Mortes. Em 1714 foram criadas três Comarcas: Comarca de Ouro Preto, com sede em Vila Rica; Comarca do Rio das Velhas, com sede na Vila de Sabará, e Comarca do Rio

⁹ O nome do rio é erroneamente atribuído às mortes ocorridas durante a Guerra dos Emboabas. O rio das Mortes seria assim chamado, em um período anterior ao conflito, “[...] por morrerem nele uns homens que o passavam nadando e outros que se mataram à pauladas, brigando entre si, sobre a repartição dos índios que traziam do sertão ” (ANTONIL, 1982, p. 405).

¹⁰ “A descoberta do ouro foi responsável pelos dois (primeiros) núcleos urbanos do século XVIII na Comarca (do Rio das Mortes). Em 1702, o Arraial de Santo Antônio da Ponta do Morro, localizado na ‘banda de cá’, ou seja, no lado direito do Rio das Mortes. Em 1704, o Arraial de Nossa Senhora do Pilar, estabelecido na ‘banda de lá’ do Rio das Mortes. Mais tarde foram identificados, respectivamente, por Arraial Velho e Arraial Novo do Rio das Mortes.” (CAMPOS, 1998, p. 25). O Arraial Velho é a atual Tiradentes e o Arraial Novo São João del Rei.

das Mortes, com sede na recém-criada Vila de São João del Rei. Destaca-se que a parte centro-norte da Comarca do Rio das Mortes é atualmente a mesorregião dos Campos das Vertentes, onde está localizada a bacia do rio Santo Antônio. Em 1720, a Capitania de São Paulo e Minas do Ouro foi desmembrada, criando-se, então, a Capitania Real de Minas Gerais, cuja capital passou a ser Vila Rica (MARTINS, 2000).

Durante o século XVIII, a mineração foi a principal atividade econômica colonial. Essa atividade mineradora impulsionou a produção agropecuária, o comércio (cita-se aqui os tropeiros) e todas as outras atividades. No entanto, nessa época, a produção agropecuária de Minas já era significativa e bastante especializada, o que pressupõe uma economia mais complexa, não estando reduzida às atividades de mineração. A título de exemplo, na segunda metade do século XVIII, a então Comarca do Rio das Mortes se destacava na produção de milho, feijão, arroz, trigo, fumo, cana, algodão; na criação de suínos, ovelhas, gado bovino; e na fabricação de tecidos, queijos, doces, toucinho, açúcar e rapadura (MARTINS, 2000).

Várias localidades da então Comarca do Rio das Mortes, que abrangia grande parte do centro-sul de Minas, cresceram inicialmente a partir da busca ou da extração aurífera: São José del Rei, São João del Rei, Santo Antônio da Lagoa Dourada, Nossa Senhora da Conceição de Prados, Capela de São Tiago Maior e Santana e Povoado do Mosquito (Coronel Xavier Chaves). Outras não surgiram diretamente da produção aurífera, mas provavelmente por pretensões agropecuárias, esse foi o caso da Lage (Resende Costa), Santa Rita do Rio Abaixo (Ritápolis), Ribeirão do Patusca (Dores de Campos), Nossa Senhora das Brotas do Brumado (Entre Rios de Minas), Capela Nova do Desterro e Paragem do Passatempo.

A vila de São João del Rei, que nessa época já era um significativo entreposto comercial, foi um importante pivô para o desenvolvimento e ocupação da região, visto que muitos municípios não estavam diretamente ligados à mineração e participaram ativamente do pequeno comércio intrarregional. Ressalta-se que, na segunda metade do século XVIII, os municípios da bacia do rio Santo Antônio cumpriram o papel de fronteira agrícola, isto é, recebendo pessoas dispostas a iniciar as atividades agropecuárias. Já na primeira metade do XIX a situação se inverteu, muitos jovens foram ocupar terras em outras regiões (TEIXEIRA, 2006).

No início do século XIX, com a chegada da Corte portuguesa ao Brasil (1808), a estrutura interna de abastecimento se ampliou, assim, várias regiões passaram a produzir gêneros alimentícios para abastecer a Praça do Rio de Janeiro. Com a diminuição da produção aurífera, Minas Gerais se especializou nesse comércio de abastecimento interprovincial (LENHARO, 1979). As relações comerciais entre Minas Gerais e a Praça mercantil do Rio de Janeiro foram intensas durante todo esse século (GRAÇA FILHO, 2002).

Nos arredores de São João, nas primeiras décadas do século XIX, se desenvolveu uma produção agropecuária diversificada e ampla, voltada para o abastecimento da Corte. A Comarca do Rio das Mortes, apesar dos vários redimensionamentos de suas fronteiras jurídico-administrativas, apresentou, ao longo do século XIX, um intenso dinamismo econômico devido a ligações com os mercados intra e interprovincial (GRAÇA FILHO, 2002).

O motor socioeconômico da região do rio das Mortes e de muitas áreas do interior de Minas, durante a segunda metade do século XVIII e principalmente no XIX, era a fazenda. Nos inventários do período, era complexa a estrutura produtiva dessas fazendas, sendo arroladas roças de milho e feijão, canaviais, fornos de torrar farinha, formas de rapadura, coxos de azedar garapa, pipas de aguardente e animais de todas as espécies (TEIXEIRA, 2006).

No final do século XIX, dois acontecimentos são importantes para a socioeconomia da região do Rio das Mortes. O primeiro foi a inauguração da ferrovia Estrada de Ferro Oeste de Minas – EFOM, em agosto de 1881, com intuito de incentivar a economia regional. O segundo fato importante foi, na década seguinte, em fevereiro de 1891, a inauguração da primeira fábrica de tecidos de algodão na região, a Companhia Industrial São-Joanense. A fábrica expandiu sua produção durante o início do século XX e na década de 1940 passou a denominar-se Companhia Têxtil São Joanense (RESENDE, 2003).

A seguir descreve-se sucintamente a história da ocupação e da formação política de cada um dos quatro municípios drenados pela bacia hidrográfica do rio Santo Antônio: Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada, Resende Costa e Ritópolis.

A cidade de Coronel Xavier Chaves se formou de um povoado denominado de Mosquito, surgido a partir de iniciativas do Coronel Francisco Rodrigues Xavier Chaves, que doou parte de sua propriedade, a Fazenda do Mosquito, no início do século XIX, para

a construção de uma vila (TEIXEIRA, 2006). Homem de certa cultura, o próprio Coronel fez o traçado urbanístico, sendo construídas vinte moradias para familiares e trabalhadores de suas propriedades. Politicamente, o povoado do Mosquito foi incorporado à paróquia de São José del Rei (hoje Tiradentes) no ano de 1852. Em 1912, a localidade transformou-se em distrito e passou a fazer parte do município de Prados com o nome de São Francisco Xavier. Pela Lei Estadual 2.764 de 30/12/1962 veio a emancipação política, assim Coronel Xavier Chaves se torna município autônomo, possuindo um único distrito sede (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012a).

O povoado que mais tarde seria a atual cidade de Lagoa Dourada já estava ocupado por volta de 1715, sendo denominado inicialmente de Alagoas e depois Alagoa Dourada. A capela de Santo Antônio da Lagoa Dourada foi benta em 1734. Em 1750, o arraial é elevado a "Distrito da Paz", pertencendo ao município de São José del Rei. Por Decreto, em 1832, o lugar passa a freguesia (ratificação da criação do distrito) e a denominar-se Lagoa Dourada, uma referência à antiga lagoa ali existente, muito rica em ouro (TRINDADE, 1945). Em 1892, o distrito passou a pertencer a Prados e por um Decreto de 30 de agosto de 1911, ratificado pela Lei Estadual nº 556, foi autorizada a emancipação política do município de Lagoa Dourada, instalado em 06/06/1912, com um distrito sede (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012b).

A origem da cidade de Resende Costa remonta à construção de uma capela em 1749, dedicada a Nossa Senhora da Penha de França, num lugarejo denominado de Lage. Os primeiros habitantes da região da Lage eram fazendeiros, isto é, as primeiras ocupações vieram com a distribuição de sesmarias, dando origem às fazendas e posteriormente ao Arraial (TEIXEIRA, 2006). Em 1836, pela Lei 50, o Curato da Lage passou a pertencer à Paróquia de São José del Rei, transformando-se em freguesia no ano de 1840 pela Lei 184 (TRINDADE, 1945). Em 30 de Agosto de 1911, pela Lei Estadual nº 556, veio a emancipação política, sendo o município instalado em 01/06/1912 com a denominação de Vila de Resende Costa. Pela Lei Estadual nº 843 de 1923, o distrito de Vila de Resende Costa passa a se chamar simplesmente Resende Costa e pelo Decreto-Lei Estadual nº 1058, de 31/12/1943, é criado o distrito de Jacarandira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012c).

A Vila de Santa Rita do Rio Abaixo, atual cidade de Ritápolis, foi fundada por tropeiros no século XVIII, sendo um local de abastecimento agropecuário. Os ranchos

deram origem ao antigo Arraial de São Sebastião do Rio Abaixo, posteriormente chamado de Santa Rita do Rio Abaixo. A construção da capela teve início por volta de 1713 e, apesar de sua descaracterização por um acréscimo frontal ocorrido em 1918, se mantém até os dias de hoje como Matriz de Santa Rita de Cássia. A freguesia de Santa Rita do Rio Abaixo foi criada pela Lei Provincial nº 669 de 1854, estando subordinado ao município de São João del Rei (TRINDADE, 1945). Pela lei estadual nº 2764 de 30/12/ 1962, o distrito foi desmembrado de São João del Rei, conseguindo sua emancipação política com a denominação de Ritápolis, sendo o município instalado em 01/03/1963, com um distrito sede (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012d).

3.3.2. *Aglomerações urbanas e rurais*

Dos quatro municípios drenados pelo rio Santo Antônio, dois tem sedes municipais dentro da bacia rio Santo Antônio: Coronel Xavier Chaves e Resende Costa. Parte da sede municipal de Ritápolis encontra-se na vertente do rio Santo Antônio. Já a cidade de Lagoa Dourada não é drenada pelo rio Santo Antônio.

A cidade de Coronel Xavier Chaves, também conhecida regionalmente como Coroas, está localizada contígua à margem esquerda do ribeirão do Mosquito, a uma altitude próxima a 915m. Dois bairros estão separados do centro por pequenos afluentes diretos do ribeirão do Mosquito: bairro Vila de Fátima, a sudoeste, drenado pelo córrego do Sapateiro, e bairro Vila Mendes, a nordeste, drenado pelo córrego da Canoa. A cidade está próxima à Ferrovia do Aço, essa localizada na margem direita do ribeirão do Mosquito.

Resende Costa está localizada no topo de um afloramento (pontão) de granito, estando seu ponto mais alto, o entorno da Igreja Matriz, a uma altitude de 1.138m. A sede municipal está no divisor de águas entre as sub-bacias de rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito. A leste estão as nascentes do córrego do Mosquito e os afluentes da margem direita do córrego do Tijuco: córregos Marisco e Reguinho; a norte/nordeste a cidade é banhada pelo córrego do Tijuco; a oeste/noroeste pelos córregos da Cruz e Tabatinga, afluentes do ribeirão Pinhão, esse já na sub-bacia do rio Santo Antônio; a sul/sudoeste estão as nascentes do córrego da Aguada, afluente do riacho dos Pinheiros, tributário da

margem direita do Ribeirão do Mosquito; e a sul estão as nascentes do córrego da Picada, também afluente do riacho dos Pinheiros.

A maior parte da cidade de Ritápolis está localizada no entorno das nascentes do córrego do Paiol, afluente direto da margem direita do rio das Mortes, a uma altitude próxima a 1.030m. O extremo noroeste da cidade, partes do bairro de Fátima, está situado no interflúvio do córrego do Paiol com o ribeirão do Espraiado, outro afluente direto do rio das Mortes. Já o extremo norte de Ritápolis, os bairros Carioca e Dutra se localizam na vertente do rio Santo Antônio, nas cabeceiras do córrego do Dutra, afluente da margem direita do córrego da Carioca.

A cidade de Lagoa Dourada não está localizada dentro da bacia de drenagem do rio Sano Antônio. A sede está em uma cumeeira da Serra das Vertentes, a cerca de 1.090m de altitude. A serra é, dentro da cidade, o interflúvio entre as bacias dos rios São Francisco e Grande. Assim, na parte leste da malha urbana estão as nascentes do córrego Tanque Grande, afluente do rio Carandaí, esse tributário da margem direita do rio das Mortes; e pelo oeste estão os córregos Mutuca e da Lagoa, que deságuam no rio Brumado, esse tributário do rio Paraopeba.

Em relação ao aspecto populacional dos quatro municípios, a Tabela 1 apresenta a população residente, urbana e rural, segundo dados dos três últimos Censos Demográficos (1991, 2000 a 2010) e a variação percentual entre 1991-2010. Foram acrescentadas, a título de comparação, as mesmas informações para os 42 municípios que compõem a UPGRH GD2, área de atuação do CBH Vertentes do Rio Grande, e para Minas Gerais.

Sobre o comportamento da população residente, entre os anos de 1991 a 2010, verifica-se um acréscimo populacional em três dos quatro municípios: Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada e Resende Costa. A exceção foi Ritápolis, que acumulou um decréscimo de -12,4% no período analisado. A população total dos quatro municípios passou de 28.565 habitantes em 1991 para 31.395 em 2010, um aumento de 9,9%. Percentual menor que o crescimento do conjunto dos municípios que compõe a UPGRH GD2, 19,64%, e que o de Minas Gerais, acumulado em 24,5%.

Na área da UPGRH GD2 as exceções no crescimento populacional foram cinco municípios: Camacho, Cana Verde, Ressaquinha, Ritápolis e Santa Rita do Ibitipoca. Estima-se que, pelos dados apresentados anteriormente, a região representa um polo de expulsão de população, uma vez que a taxa de crescimento populacional nos municípios

da UPGRH é menor que a registrada no conjunto dos municípios de Minas Gerais (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

Tabela 1 – População residente urbana e rural nos municípios da bacia do rio Santo Antônio, na UPGRH GD2 e em Minas Gerais: de 1991 a 2010

Muni- cípio	População residente									Variação		
	1991			2000			2010			1991-2010 (%)		
	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Tot.	Urb.	Rur.
C. X.										+	+	-
Chaves	2.988	1.374	1.614	3.185	1.600	1.585	3.301	1.800	1.501	10,5	31,0	7,0
Lagoa										+	+	-
Dourada	10.118	4.733	5.385	11.486	6.054	5.432	12.256	6.889	5.367	21,1	45,8	0,33
Resende										+	+	-
Costa	9.706	6.029	3.677	10.336	7.629	2.707	10.913	8.776	2.137	12,4	45,6	41,9
Ritá- polis	5.753	3.289	2.464	5.423	3.502	1.921	4.925	3.407	1.518	12,4	03,6	38,4
Total 4 munic.*	28.565	15.425	13.140	30.430	18.785	11.645	31.395	20.872	10.523	9,9	35,3	19,9
Total GD2**	646.037	494.753	151.284	717.442	596.448	120.994	772.689	669.211	103.478	19,6	35,3	31,6
Minas	15.	11.	3.	17.	14.	3.	19.	16.	2.	+	+	-
Gerais	743.167	786.893	956.274	891.494	671.828	219.666	597.330	715.216	882.114	24,5	41,8	27,2

Fonte: adaptado de INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2013a, 2013b, 2013c, 2013d); INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2012)

* Total dos quatro municípios que fazem parte da bacia do rio Santo Antônio: Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada, Resende Costa e Ritápolis.

** Dados referentes aos 42 municípios abrangidos pela UPGRH GD2, incluindo aqui os quatro municípios drenados pela bacia do rio Santo Antônio. Dos 42 municípios, 10 estão totalmente inseridos na área da UPGRH GD2; 20 possuem parte do seu território e suas sedes inseridas nela; e 12 tem parte do seu território dentro da UPGRH GD2, mas a sede se encontra fora do limite de planejamento (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

A população urbana brasileira era de 19 milhões em 1950. Já em 2010 era mais de 161 milhões, de um total de 190.755.799 milhões. Em termos percentuais, passou de 36% para 84,4%, respectivamente, evidenciando a chamada transição urbana (ALVES; CAVENAGHI, 2012). Em Minas, a população urbana também passou pelo mesmo processo, que em 2010 representava 85,3% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013d). A taxa média de urbanização nos municípios que compõem a UPGRH GD2, em 2010, foi de 86,6% (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012). Percebe-se que os percentuais referentes a Minas e aos municípios da UPGRH GD2 acompanharam a realidade nacional.

O fenômeno da urbanização é verificado também nos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio, onde 66,5% da população eram urbana em 2010. No entanto, destaca-se que esse percentual é menor que o regional, estadual e federal. Se forem analisados separadamente os quatro municípios, dois extremos se destacam: Resende Costa e Ritápolis mais urbanizados, respectivamente 80,4% e 69,7%; Lagoa Dourada e Coronel Xavier Chaves com um percentual de população urbana menor, respectivamente 56,2% e 54,5%.

No período 1991-2010, a população urbana mineira aumentou em 41,8%, passando de 15.743.167 para 19.597.330 habitantes, e a população dos municípios da UPGRH GD2 cresceu 35,3%, passou de 646.037 para 772.689 habitantes. Nos quatro municípios estudados, a população urbana também aumentou em 35,3%, passando de 15.425 habitantes em 1991 para 20.872 em 2010. Destaca-se que nesses municípios e na UPGRH a população urbana cresceu na mesma proporção, mas em ritmo menor que no Estado como um todo.

Ainda com relação ao crescimento da população urbana na bacia do rio Santo Antônio destacam-se dois extremos: Ritápolis com um pequeno crescimento urbano acumulado, 3,6%, no período de 1991-2010, mas negativo em -2,7% entre 2000-2010; Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada e Resende Costa com significativo crescimento. Lagoa Dourada e Resende Costa tiveram um aumento da população urbana, no período analisado, acima da média mineira, que foi de 41,8%: 45,8% e 45,6% respectivamente. Em Coronel Xavier Chaves, o crescimento foi de 31%, abaixo da média estadual, mas próximo do percentual da UPGRH: 35,3%. Ressalta-se que, em Resende Costa, o índice de acréscimo da população urbana (45,6%) praticamente acompanhou o decréscimo da população rural (41,9%), o que não se verificou em Lagoa Dourada.

O número de moradores na zona rural reduziu em todos os quatro municípios nos decênios de 1991-2010, assim como em Minas Gerais e na UPGRH GD2. No Estado, durante o período, a população rural reduziu em -27,2%, passando de 3.956.274 para 2.882.114 habitantes, e no conjunto dos municípios da UPGRH GD2 a diminuição foi de -31,6%, passando de 151.284 para 103.478 habitantes. Nos quatro municípios, a população rural diminuiu em média -20,0%, passando de 13.140 em 1991 para 10.523 habitantes em 2010. Destacam-se dois extremos no período: Coronel Xavier Chaves e Lagoa Dourada com pequenos decréscimos, respectivamente -7,0% e -0,33%; Resende Costa e Ritápolis

com decréscimos significativos, respectivamente -41,9% e -38,4%. Esses últimos com decréscimos acima da média mineira (-27,2%) e da UPGRH GD2 (-31,6%). Ressalta-se que o município de Lagoa Dourada, onde a população rural praticamente se manteve estável entre 1991-2010, houve pequenos acréscimo, de 0,87%, no período 1991-2000, e decréscimo, de -1,20%, entre 2000-2010.

Em relação à distribuição da população brasileira por sexo, os homens eram maioria até a década de 1930. A transição da razão de sexo ocorreu a partir dos anos 40, quando o sexo feminino tornou-se maioria. A proporção de mulheres tem aumentado progressivamente com o passar dos anos. Pelos dados do Censo Demográfico de 2010 há um superávit de 4 milhões de mulheres, que representam 51,03% da sociedade brasileira (ALVES; CAVENAGHI, 2012). Em Minas e nos municípios da UPGRH GD2, acompanhado esse fenômeno nacional, as mulheres representam, respectivamente, 50,8% e 50,9% da população total.

O percentual médio de mulheres nos quatro municípios da bacia do Santo Antônio é de 49,67%, o que contrasta com a média nacional, estadual e regional, onde os homens são maioria (Tabela 2). No entanto, analisando separadamente os municípios, percebe-se que em três deles, Coronel Xavier Chaves, Resende Costa e Ritápolis, há predominância de mulheres na população total, respectivamente: 50,16%, 50,76% e 50,57%. A exceção é Lagoa Dourada, onde os homens são maioria: 51,78% de homens contra 48,21% de mulheres. Destaca-se que mesmo na área urbana os homens são maioria em Lagoa Dourada, diferentemente dos outros três municípios, onde a maior parte da população urbana é feminina. Esse fato talvez se justifique pela importância das atividades agropecuárias para a economia do município (item 4.3.4 – Principais atividades econômicas), uma vez que essas atividades necessitam de muita mão de obra, principalmente masculina. Em pesquisa realizada junto à Prefeitura Municipal de Lagoa Dourada foi informado que muitos trabalhadores rurais residem na área urbana, fazendo diariamente uma migração pendular, o que explicaria a predominância da população masculina na área urbana.

Em relação à distribuição da população residente rural por sexo, verifica-se que a população masculina é superior à feminina em Minas Gerais, nos municípios da UPGRH GD2 e também nos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio. Nos quatro municípios, a média do percentual de homens na população rural foi de 53,4%. Dentre

esses municípios destacam-se dois grupos: Coronel Xavier Chaves e Ritópolis com percentuais de 51,6% e 52,8% respectivamente; Lagoa Dourada e Resende Costa com percentuais acima da média da UPRGH (53,6%) e de Minas (53,2%): 54,0% e 54,1% respectivamente.

Tabela 2 – População residente por sexo nos municípios da bacia do rio Santo Antônio, na UPRH–GD2 e em Minas Gerais: 2010

Muni- cípio	População residente – 2010							Área (km ²)	Dens.	Pop.	Dens.
	Homens			Mulheres			Pop.		Dem.	Rur.	Dem.
	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total		Total*	Total	Rur*
C. X.											
Chaves	1.645	870	775	1.656	930	726	3.301	140,95	23,42	1.501	10,64
Lagoa											
Dourada	6.347	3.451	2.896	5.909	3.438	2.471	12.256	476,69	25,71	5.367	11,25
Resende											
Costa	5.373	4.216	1.157	5.540	4.560	980	10.913	618,31	17,65	2.137	3,45
Ritapolis	2.434	1.642	792	2.491	1.765	726	4.925	404,80	12,17	1.518	3,75
Total dos											
4 munic.	15.799	10.179	5.620	15.596	10.693	4.903	31.395	1.640,75	19,13	10.523	6,41
Total											
GD2	379.323	323.877	55.356	393.366	345.334	47.987	772.689	10.040,64	76,95	103.343	10,29
Minas	9.	8.	1.	9.	8.	1.	19.			2.	
Gerais	641.877	108.983	532.894	955.453	606.233	349.220	597.330	86.522,12	33,41	882.114	4,91

Fonte: adaptado de INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2013d); INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2012)

* Dens. Dem. Total é a densidade demográfica, calculada em habitante/km², considerando a população total. Dens. Dem. Rur é a densidade demográfica considerando apenas a população rural pela área total do município.

As densidades demográficas em Minas Gerais e nos municípios da UPRH GD2 são respectivamente: 33,41 hab./km² e 76,95 hab./km². Nos quatro municípios é de 19,13 hab./km², evidenciando que a região do rio Santo Antônio está menos povoada que o Estado e que os municípios da área de abrangência do CBH Vertentes do Rio Grande. Analisando separadamente os municípios, pode-se dividi-los em dois grupos: Coronel Xavier Chaves e Lagoa Dourada com densidades acima da média dos quatro municípios (19,13 hab./km²), respectivamente 23,42 hab./km² e 25,41 hab./km²; Resende Costa e Ritópolis com densidades abaixo da média, respectivamente 17,65 hab./km² e 12,17 hab./km².

Com relação às densidades demográficas na zona rural, em Minas Gerais e nos municípios da UPGRH GD2 os percentuais são respectivamente: 4,91 hab./km² e 10,29 hab./km². Nos quatro municípios a média é de 6,41 hab./km², evidenciando que a zona rural da bacia do rio Santo Antônio está mais povoada que o Estado, mas menos povoada que a região. Analisando separadamente os municípios, pode-se dividi-los em dois grupos: Coronel Xavier Chaves e Lagoa Dourada com ocupação rural compatível com a média regional (10,29 hab./km²), respectivamente 10,64 hab./km² e 11,25 hab./km²; Resende Costa e Ritópolis com densidades abaixo da média estadual, respectivamente 3,45 hab./km² e 3,75 hab./km². Esses dados sugerem a importância das atividades agropecuárias para a economia dos municípios de Coronel Xavier Chaves e especialmente de Lagoa Dourada (item 4.3.4 – Principais atividades econômicas).

Na bacia do rio Santo Antônio destacam-se vários aglomerados rurais. Aglomerado rural é uma localidade situada em área legalmente definida como rural, com unidades domiciliares formando um conjunto de edificações adjacentes, situadas a 50 metros ou menos umas das outras, onde haja permanência de pessoas. Os aglomerados rurais foram classificados pelo IBGE em: aglomerado rural do tipo extensão urbana, povoado, núcleo e outros aglomerados (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011a).

Aglomerado rural do tipo extensão urbana é uma área situada fora do perímetro urbano legal e desenvolvida a partir da expansão de áreas urbanas de cidades ou vilas, podendo ser loteamento, conjunto habitacional, ou outro núcleo de característica urbana. Povoado é um aglomerado rural sem caráter privado ou empresarial, isto é, não vinculado a um único proprietário do solo, cujos moradores exercem atividades econômicas, quer no próprio aglomerado ou fora dele. O povoado se caracteriza pela existência de um número mínimo de serviços ou equipamentos para atender aos moradores do próprio aglomerado ou de áreas rurais próximas. Núcleo é um aglomerado rural vinculado a um único proprietário do solo, seja uma empresa agrícola, indústria, usina etc., dispondo ou não dos serviços ou equipamentos definidores dos povoados. Na categoria outros aglomerados foram incluídos os aglomerados rurais que não dispõem, no todo ou em parte, dos serviços ou equipamentos presentes nos povoados e que não estão vinculados a um único proprietário (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011a).

Para a bacia do rio Santo Antônio foram verificadas duas categorias de aglomerados rurais: povoado e outros aglomerados, esses denominados aqui de comunidades (Mapa 9). Destaca-se que foram incluídas como comunidades algumas localidades constituídas por edificações esparsas, isto é, a maioria das casas está localizada a mais de 50 metros umas das outras, não havendo um núcleo de residências. Esse é caso de Boa Vista, Brumado, Capoeirinha, Parrucas e Redondo.

No município de Coronel Xavier Chaves estão na bacia do rio Santo Antônio o povoado da Cachoeira e as comunidades de: Água Limpa, Capoeirinha/Correios (ou Correias), Invernada e Ponte Alta/Pinheiros. Em Lagoa Dourada há apenas uma comunidade na área de estudo: Brumado. Em Resende Costa foram identificados três povoados: Barracão, Pintos e Ribeirão de Santo Antônio; e três comunidades rurais: Boa Vista, Contendas e Parrucas. Ritópolis tem o maior número de aglomerados rurais na bacia do rio Santo Antônio, sendo cinco povoados: Prainha, Glória, Penedo, Restinga de Cima, Restinga de Baixo; e três comunidades rurais: Ramos, Redondo e Tapera. No Apêndice B foram detalhados as principais características demográficas, os serviços e os equipamentos coletivos existentes nos aglomerados rurais localizados na área de estudo.

3.3.3. Principais atividades econômicas

A riqueza produzida em um determinado município é mensurada por meio do Produto Interno Bruto - PIB dos Municípios. Assim, o IBGE, através do PIB municipal, disponibiliza, a preços correntes, os valores adicionados brutos dos três grandes setores da atividade econômica (agropecuária, indústria e serviços), além dos impostos (líquidos de subsídios), o PIB total e o PIB per capita (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013a).

Tendo o ano de 2007 como referência, pela análise do perfil por setor econômico dos municípios de Minas Gerais e da UPGRH GD2 (Tabela 3) percebe-se que esse difere do perfil brasileiro em relação à distribuição do PIB municipal, com exceção do setor de serviços, cujos percentuais ficaram entre 50 e 60%. Já o perfil dos quatro municípios que compõem a bacia do rio Santo Antônio se assemelha mais ao federal que ao perfil mineiro ou regional.

Mapa 9 – Aglomerados rurais na bacia do rio Santo Antônio

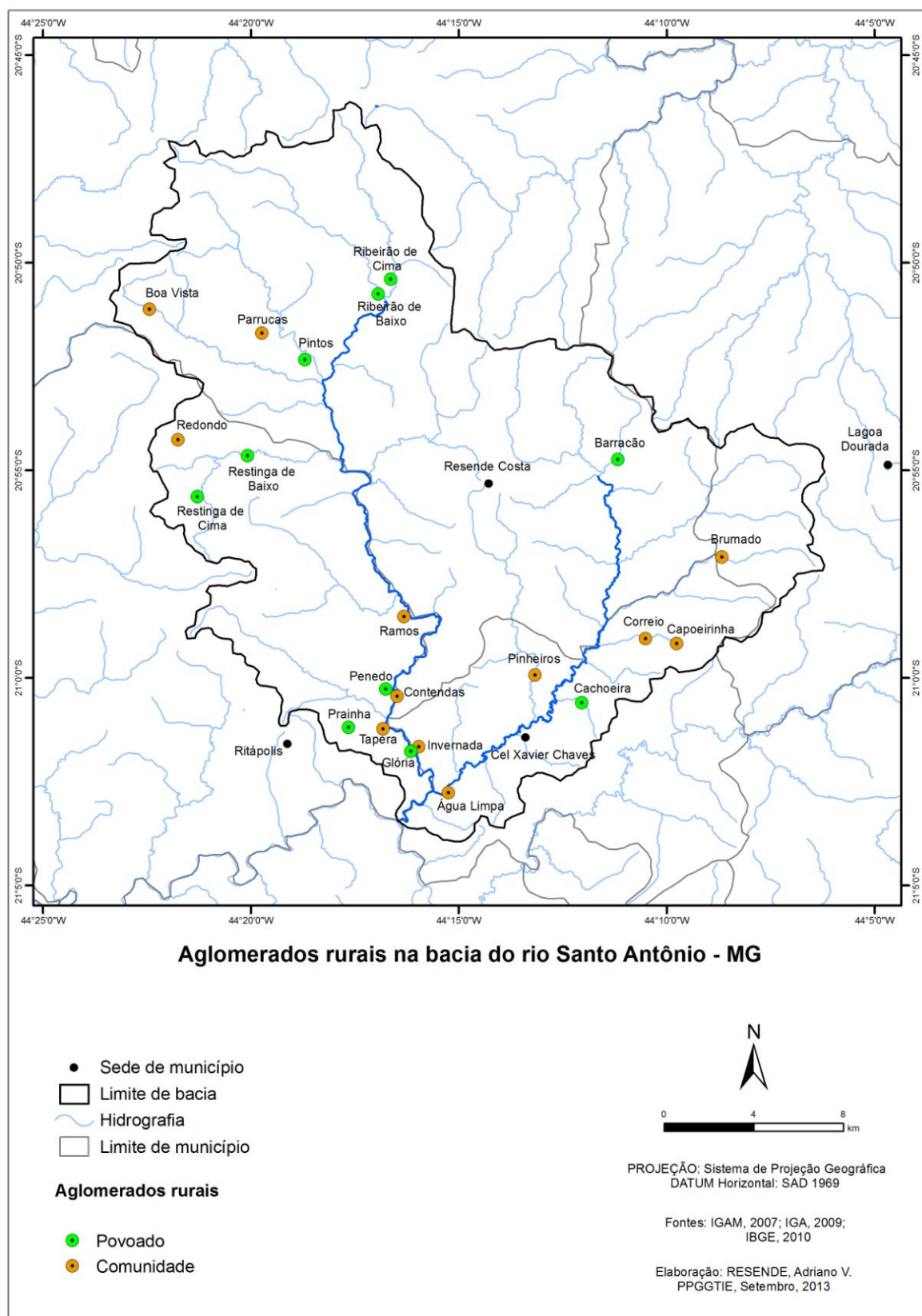


Tabela 3 – PIB dos municípios da bacia do rio Santo Antônio, da UPGRH-GD2 e de Minas Gerais: 2007*

Município	Agrop.	Indúst.	Serviços	Imp.	Total	Adm. Púb.
	%	%	%	%	%	%
<i>Coronel X. Chaves</i>	34,4%	7,8%	54,5%	3,3%	100%	28,5%
<i>Lagoa Dourada</i>	31,7%	11,6%	52,6%	4,1%	100%	22,4%
<i>Resende Costa</i>	20,0%	10,8%	64,5%	4,6%	100%	25,7%
<i>Ritópolis</i>	31,1%	10,0%	56,0%	2,9%	100%	27,9%
<i>Média dos 4 munic.</i>	29,3%	10,1%	56,9%	3,7%	100%	26,1%
<i>Total GD2</i>	13,0%	20,8%	57,3%	9,0%	100%	16,7%
<i>Minas Gerais</i>	7,0%	27,5%	52,6%	12,9%	100%	11,8%
<i>Brasil</i>	22,6%	15,3%	56,3%	5,9%	100%	27,7%

Fonte: adaptado de INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2013a); INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2012)

* Leia-se: Agropec. (valor adicionado bruto da agropecuária a preços correntes); Indúst.(valor adicionado bruto da indústria a preços correntes); Serviços (valor adicionado bruto dos serviços a preços correntes), Imp. (impostos sobre produtos líquidos de subsídios a preços correntes); Total (PIB a preços correntes); Adm. Púb. (participação da Administração Pública na composição do setor de serviços).

Analisando separadamente os municípios, destacam-se algumas particularidades. Em Resende Costa o setor agropecuário (20,0%) está significativamente abaixo da média dos 4 municípios (29,3%). Já o setor de serviços responde por 64,5% do PIB municipal, percentual maior que o regional (57,3%), estadual (52,6%) e federal (56,3%). O setor industrial em Coronel Xavier Chaves é o menor dos quatros municípios (7,8%), estando abaixo da média regional (20,8%), estadual (27,5%) e federal (15,3%).

Em relação ao setor de impostos pode-se dividir os municípios em dois grupos: Coronel Xavier Chaves e Ritópolis com arrecadações abaixo da média da bacia (3,7%): respectivamente 3,3% e 2,9%; Lagoa Dourada e Resende Costa com arrecadações acima da média: respectivamente 4,1% e 4,6%. Destaca-se que a arrecadação de impostos na área de estudo é menor que a média regional (9,0%), estadual (12,9%) e federal (5,9%). Outra questão relevante é a participação da administração pública no setor de serviços, cuja média dos 4 municípios é de 26,1%, maior que a média regional (16,7%) e estadual (11,8%), mas compatível com a federal (27,7%).

De acordo com a categorização da predominância econômica, os municípios de Minas possuem predominância nos setores de indústria e impostos e os municípios da UPGRH GD2 nos setores de serviços e indústria (IBGE apud INSTITUTO MINEIRO DE

GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012). Já os quatro municípios da bacia do Santo Antônio possuem predominância econômica nos setores de agropecuária e serviços. Assim, percebe-se a importância das atividades agropecuárias para a economia da região da bacia do rio Santo Antônio.

Analisando mais detalhadamente, dentre os quatro municípios da área de estudo, três, Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada e Ritópolis, estão entre os 20 municípios da UPGRH GD2 nos quais o setor econômico agropecuário tem predominância econômica, isto é, o setor responde por 25% ou mais do PIB total municipal. Dois municípios, Resende Costa e Ritópolis, estão entre os 15 municípios nos quais o setor de serviços tem predominância econômica, isto é, a participação do setor no PIB Municipal foi superior ou igual a 56%. Destaca-se que, em nenhum dos quatro municípios a participação dos setores industrial e de impostos no PIB Municipal foi superior ou igual ao percentual de corte estabelecido pelo IBGE, respectivamente 16% e 10%. Na UPGRH GD2 15 municípios têm predominância econômica do setor industrial e 6 do setor de impostos. A participação da Administração Pública também não representou mais de 50% do setor de serviços em nenhum dos quatro municípios da área de estudo, já nos 42 municípios da UPGRH GD2 apenas 2 possuem esse perfil (IBGE apud INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

Em entrevistas semiestruturadas realizadas com funcionários das Prefeituras Municipais foram identificadas as principais atividades econômicas dos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio. No Quadro 4 foram resumidas as principais atividades econômicas e suas características.

3.3.4. Saneamento básico: água, esgoto e resíduos sólidos

Saneamento básico foi definido pela Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Na caracterização do saneamento básico dos municípios da UPGRH GD2 e especificamente dos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio foram utilizadas informações sobre os três primeiros serviços, tendo com base o biênio 2010/2011.

Quadro 4 – Principais atividades econômicas dos municípios da bacia do rio Santo Antônio

Munic.	Principais atividades econômicas e suas características
Coronel Xavier Chaves	<u>Área urbana</u>: artesanato em pedra; <u>Área rural</u>: pecuária de leite, cachaça artesanal (dois produtores visam diretamente o comércio) e granjas de frango (dez no total, estando duas na bacia do rio Santo Antônio); <u>Observações</u>: existem poucas plantações comerciais de eucalipto no município; a agropecuária é basicamente para subsistência; a atividade granjeira vem crescendo no município, objetivando atender a demanda de um frigorífico instalado na cidade de Prados; no rio Carandaí há uma Pequena Central Hidrelétrica, que gera energia para uma empresa de ligas metálicas em São João del Rei (Companhia Industrial Fluminense).
Lagoa Dourada	<u>Área urbana</u>: fábrica/loja de móveis rústicos (três fábricas grandes e outras menores), produção de doces (rocambole) e comércio em geral (localizados principalmente às margens da BR-383, que corta a cidade); <u>Área rural</u>: existem poucas plantações comerciais de eucalipto no município; pecuária de leite e de corte; granjas de suínos; cachaça artesanal (pequenos produtores rurais); agricultura comercial (milho, feijão, soja e principalmente olericultura); possui um laticínio de médio porte, com licença ambiental, e alguns de pequeno porte (sem registro na Prefeitura); <u>Observações</u>: a agropecuária é favorecida pela qualidade do solo (LATOSSOLO) no município; regionalmente é uma das principais bacias leiteiras; a produção agrícola é destaque regional, especialmente com a olericultura. Essa atividade é realizada em pequenas e médias propriedades, com emprego significativo da mão de obra do município, inclusive a urbana, que faz uma migração pendular cidade-campo. Cabe ressaltar que a área da bacia do rio Santo Antônio que pertence ao município de Lagoa Dourada não há plantações comerciais de olerícolas.
Resende Costa	<u>Área urbana</u>: fábricas/lojas de artesanato (noventa e seis cadastradas na Prefeitura), fábricas/lojas de móveis rústicos em madeira e em ferro (oito em madeira e três em ferro), lojas produção artesanal em tecidos e linhas (mão de obra principalmente de jovens e mulheres); <u>Área rural</u>: existem várias plantações comerciais de eucalipto no município; pecuária de leite e de corte; cachaça (um produtor industrial e vários artesanais); sete empresas de mineração (manganês, cassiterita, quartzo e areia); sete micro agroindústrias de laticínios oficiais (cadastradas na Prefeitura); extração de madeira de eucalipto (cerrada e em postes) e produção de carvão vegetal; <u>Observações</u>: as plantações comerciais de eucalipto vêm se expandindo no município, principalmente em áreas de CAMBISSOLO; a produção de carvão vegetal tem se tornado uma alternativa de renda para os pequenos e médios produtores rurais. Cabe ressaltar que tem ocorrido alteração produtiva e ambiental em significativas áreas do município, onde áreas nativas de Cerrado têm dado lugar às plantações de braquiária e especialmente de eucalipto.
Ritápolis	<u>Área urbana</u>: produção artesanal gastronômica (doces e licores) e em tecidos e linhas (mão de obra principalmente feminina); possui um laticínio de médio porte, com licença ambiental; <u>Área rural</u>: existem várias plantações comerciais de eucalipto no município; pecuária de leite, empresas de mineração (duas de extração de manganês, no Povoado do Penedo, e outras menores de extração de areia), extração de madeira de eucalipto (cerrada e em postes) e produção de carvão vegetal; <u>Observações</u>: a produção artesanal nas áreas urbana e rural conta com várias associações; a agropecuária é desfavorecida pela baixa fertilidade natural do solo (CAMBISSOLO), que ocupa grande parte do município. Destaca-se que as observações feitas para o município de Resende Costa são também pertinentes para Ritápolis.

Fonte: Entrevistas semiestruturadas realizadas entre os dias 11 a 14 de abril de 2013

O índice médio de atendimento da rede de abastecimento de água tratada nas áreas urbanas dos 30 municípios que possuem suas sedes dentro dos limites da UPGRH GD2 é de 97,76 %. Índice acima da média estadual, 83,2% (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013), e próximo da nacional, que é de 94,7% (IBGE apud INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012). Dos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio, Coronel Xavier Chaves e Ritápolis atingem os 100%, Lagoa Dourada 98,52% e Resende Costa 96,8%. Em todos os quatro municípios o sistema de abastecimento de água é operado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA.

Dentre os serviços de saneamento básico, em nível de Brasil, o esgotamento sanitário é o que apresenta a menor abrangência municipal. Nessa perspectiva, a ausência de rede de esgotamento sanitário é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros com menos de 50 mil habitantes. A definição de esgotamento sanitário envolve tanto os esgotos domésticos gerados nas residências quanto os esgotos industriais gerados pelas atividades industriais. Destaca-se que na infraestrutura de esgotamento sanitário dois itens são importantes: existência de rede coletora e tratamento do esgoto coletado (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011b).

Com relação à coleta de esgoto, por meio de rede coletora pública, o índice médio na zona urbana dos 30 municípios que possuem sedes na área da UPGRH GD2 é de 84,5 %. Dentre os quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio, apenas Coronel Xavier Chaves possui rede coletora municipal implantada em 100% da sede urbana. Em Lagoa Dourada o percentual chega a 90,0% e em Ritápolis a 20%. Nesse último apenas parte do centro e do bairro de Fátima possuem rede coletora instalada. Em Resende Costa não existe nenhuma instalação de esgotamento sanitário que atenda satisfatoriamente a população urbana. Destaca-se que dentre os 30 municípios com sede na UPGRH GD2, Resende Costa e Ritápolis estão entre os três municípios (o terceiro é Prados com coleta de 55,9%) que estão abaixo da média estadual, 71,0% (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013) e são os únicos que estão abaixo da média nacional para coleta de esgotamento sanitário, que é de 50,6% (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

Com relação ao tratamento do esgoto coletado, o índice médio nas áreas urbanas da UPGRH GD2 é de 23,4%, sendo as médias mineira e brasileira de 24,5% e 34,6%, respectivamente. Destaca-se que nenhum dos quatro municípios que compõem a bacia do rio Santo Antônio possui algum tipo de tratamento do esgoto gerado nas sedes municipais.

Essa é uma realidade em 21 dos 30 municípios que tem a sede urbana na área da UPGRH GD2.

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos (ou lixo) pode ser em: aterro sanitário, aterro controlado ou lixão. O aterro sanitário é um depósito dotado de vários sistemas de proteção ambiental, evitando assim danos à saúde pública, ao meio ambiente e minimizando os impactos ambientais. O lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos, que se caracteriza pela simples descarga dos mesmos sobre o solo. O aterro controlado é um meio termo, uma técnica de disposição paliativa, que utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Além dos locais para disposição final dos resíduos sólidos, têm-se as Usinas de Triagem e Compostagem – UTC, onde é realizada a separação manual da matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos especiais presentes no lixo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011b).

Em Minas Gerais, 12% dos municípios realizavam a disposição final de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário, 63% em aterro controlado e 17% em lixão (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013). Nos 30 municípios, esse serviço estava assim caracterizado: 1 enviava seus resíduos para aterro sanitário, 13 possuíam aterro controlado, 9 utilizavam lixões e 7 municípios possuíam UTC regularizadas ambientalmente. Existiam ainda mais 5 UTCs sem a devida licença ambiental. Dos municípios da bacia do rio Santo Antônio, Lagoa Dourada e Ritópolis possuíam aterro controlado, Coronel Xavier Chaves possuía UTC regularizada e Resende Costa dispunha seus resíduos em um lixão (FEAM apud INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012). Para 2012, houve duas alterações: o depósito de lixo de Resende Costa foi classificado como aterro controlado pela FEAM e a UTC de Coronel Xavier Chaves, que está contígua a um aterro controlado, não possui mais a regularização ambiental, a Autorização Ambiental de Funcionamento – AAF (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2013).

No Quadro 5 foram resumidas as principais características sobre abastecimento de água, esgotamento sanitário e destinação final dos resíduos sólidos nas sedes urbanas dos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio.

Quadro 5 – Principais características do saneamento básico das sedes dos municípios da bacia do rio Santo Antônio

Munic.	Principais características
Coronel Xavier Chaves	<u>Abastecimento de água</u>: a água provém de quatro poços tubulares; <u>Sistema de esgoto</u>: a rede coletora, ainda não licenciada ambientalmente, atende toda a cidade, mas o esgoto é jogado no ribeirão do Mosquito, à jusante da cidade, sem o devido tratamento; o projeto da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE já está aprovado em âmbito estadual, aguardando recursos para sua construção; na cidade não existem fossas negras. <u>Coleta e destinação final dos resíduos sólidos</u>: a UTC está localizada na saída para a BR-383, na bacia do rio Carandaí; a licença ambiental da UTC está vencida; o rejeito é disposto em um aterro controlado justaposto à UTC; o material reciclado é vendido na cidade de Barroso; há coleta de lixo uma vez por semana em todos os aglomerados rurais; não há coleta seletiva na cidade.
Lagoa Dourada	<u>Abastecimento de água</u>: a água provém de onze poços tubulares; <u>Sistema de esgoto</u>: a rede coletora está implantada e devidamente licenciada; estão sendo construídas três estações elevatórias, a previsão é para serem finalizadas até 2014; o esgoto coletado é jogado sem o devido tratamento no córrego Mutuca, afluente do rio Brumado, esse tributário do rio Paraopeba; a Prefeitura já possui o projeto ETE e está buscando recursos para sua construção; algumas residências, localizadas nas periferias, ainda possuem fossas negras; <u>Coleta e destinação final dos resíduos sólidos</u>: o aterro controlado está na bacia do rio Carandaí, na saída a para a cidade de Carandaí; há intenção de se implantar a coleta seletiva na cidade; há coleta de lixo uma vez por semana em nos dois maiores povoados: Arame e Bandeirantes.
Resende Costa	<u>Abastecimento de água</u>: a captação principal está no córrego do Tijuco, afluente do ribeirão do Mosquito, e uma auxiliar no ribeirão Pinhão, afluente da margem esquerda do rio Santo Antônio; <u>Sistema de esgoto</u>: está sendo implantada a rede coletora, que possui licença ambiental para instalação; serão construídas (projetos já aprovados) cinco estações elevatórias e uma ETE; a localização da ETE será à jusante da captação da COPASA; atualmente pequena parte do esgoto do centro da cidade é coletado e direcionado para a rede de drenagem pluvial; a maioria absoluta das residências utiliza o sistema de fossas negras; <u>Coleta e destinação final dos resíduos sólidos</u>: a Prefeitura tem dificuldades operacionais na manutenção do aterro controlado, assim, o mesmo tem características de um lixão; a área útil do aterro está praticamente esgotada; o mesmo está localizado em afluente do riacho dos Pinheiros, afluente do ribeirão do Mosquito; na cidade há coleta seletiva, implantada há três anos; há intenção de se construir uma UTC e um novo aterro controlado. Realiza-se coleta de lixo uma vez por semana nos aglomerados rurais.
Ritápolis	<u>Abastecimento de água</u>: a captação é no ribeirão do Espraiado, afluente direto do rio das Mortes; <u>Sistema de esgoto</u>: a rede coletora municipal que atende o centro da cidade lança o esgoto sem tratamento no córrego do Paiol, afluente direto do rio das Mortes, sem o devido tratamento; o esgoto gerado em partes do bairro de Fátima é armazenado em várias fossas cegas e bombeado regularmente pela COPASA. Tal procedimento se justifica, uma vez que o lançamento de esgoto sem tratamento nas cabeceiras do ribeirão do Espraiado afetaria a captação para abastecimento público realizada à jusante, no mesmo curso d'água; os projetos da ETE e da rede coletora está em fase final, faltando ainda a aprovação na Câmara Municipal; a maioria absoluta das residências utiliza o sistema de fossas negras; <u>Coleta e destinação final dos resíduos sólidos</u>: o aterro controlado está na bacia do córrego do Paiol, na saída a para São João del Rei (BR-494); não há coleta seletiva na cidade e nem se realizada coleta de lixo na zona rural.

Fonte: Entrevistas semiestruturadas realizadas entre os dias 11 a 14 de abril de 2013

Nos aglomerados rurais da bacia do rio Santo Antônio as características sobre abastecimento de água, sistema de esgoto, coleta e destinação final dos resíduos sólidos são similares. Com relação ao abastecimento de água, nove aglomerados utilizam poços tubulares, com sistema de reservação e rede distribuição instalados: Água Limpa, Cachoeira, Glória, Invernada, Penedo, Prainha, Ribeirão de Baixo, Restinga de Baixo e Restinga de Cima. Destaca-se que, conjuntamente com o sistema de poço, quase todas essas comunidades ainda utilizam o sistema antigo de abastecimento, constituído de captação em nascente e rede distribuição coletiva por meio de canos ou canais de derivações. As exceções são: Invernada e Ribeirão de Baixo, onde as captações antigas e ainda utilizadas são individuais e em nascentes; e Cachoeira, que ainda utiliza águas de uma represa.

Em três aglomerados há apenas rede coletiva de distribuição de água oriunda de nascentes: Barracão, Pinheiros/Ponte Alta e Pintos. Em nove aglomerados o abastecimento de água é individual, oriundo de nascentes próximas às residências: Boa Vista, Brumado, Capoeirinha, Contendas, Correios, Parrucas, Ramos, Redondo, Ribeirão de Cima/ Ribeirão do Meio. Na comunidade do Redondo há um poço implantado, mas não estava em funcionamento, faltava ainda fazer a rede de distribuição de água.

Destaca-se que, em nenhuma comunidade foi verificado/informado sobre a existência de sistema de tratamento para as águas utilizadas no abastecimento público. Com relação à regularização ambiental para captação de água, apenas o poço da comunidade Água Limpa possui Outorga (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2013).

Sobre o aspecto do esgotamento sanitário, não foi verificado nos aglomerados visitados sistema de tratamento coletivo para o efluente doméstico. Também não existe tratamento individual ambientalmente adequado nas residências, como, por exemplo, fossa séptica. Conforme dados da pesquisa de campo, a maioria dos moradores dos aglomerados joga o esgoto doméstico, proveniente dos banheiros, em fossa negra e, em alguns casos, diretamente no curso d'água. Já o esgoto oriundo da lavagem de roupas e das pias das cozinhas é direcionado diretamente para o solo nas proximidades das casas ou lançados no curso d'água mais próximo.

Obteve-se a informação de que o efluente doméstico dos banheiros é diretamente lançado no curso d'água nos seguintes aglomerados: Barracão, Brumado, Cachoeira,

Glória, Invernada, Penedo e Pinheiros/Ponte Alta. Segundo informado, tal fato se deve á proximidade das residências dos cursos d'água (inclusive foi verificado que muitas casas foram construídas em Áreas de Preservação Permanente – APP) e da sazonalidade do lençol freático, o que dificulta a construção de fossa negra.

Sobre o aspecto da coleta e destinação final dos resíduos sólidos, há coleta semanal nos aglomerados pertencentes aos municípios de Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada e Resende Costa. As exceções são as comunidades que não possuem um núcleo, sendo constituídas por casas dispersas: Brumado, Contendas, Correios/Capoeirinha e Parrucas. No município de Ritópolis não há coleta do lixo nos aglomerados rurais. Acrescenta-se que foi verificado que muitos moradores ainda tem o hábito que queimar os resíduos não orgânicos, como plásticos e papéis, o que não é ambientalmente recomendado. Também foi informado que, alguns moradores das margens do rio Santo Antônio, jogam, além do esgoto, o lixo diretamente em seu leito.

3.4. Caracterização socioambiental

Neste item foram analisadas as características socioambientais da bacia do rio Santo Antônio, para tanto, foram inter-relacionados, de forma sistêmica, os aspectos abióticos, bióticos e antrópicos. Os temas abordados foram: uso e ocupação do solo (vegetação nativa remanescente, ocupação agrossilvipastoril, processos erosivos); recursos hídricos (qualidade e vazão das águas superficiais, principais captações e Outorgas); análise morfométrica da bacia do rio Santo Antônio (ordenação dos canais fluviais, densidade de drenagem e de rios, energia ou amplitude do relevo, perfil longitudinal); áreas prioritárias para conservação da fauna e da flora e perfil geoecológico.

3.4.1. *Uso e ocupação do solo*

A degradação ambiental na bacia do rio das Mortes está relacionada com a sua colonização bastante antiga, uma vez que há quase três séculos a área vem sofrendo intensa pressão antrópica, notadamente com as atividades minerárias, os desmatamentos e a má utilização dos solos em áreas urbanas, agrícolas e de pastagens. Em um contexto regional, as consequências dessas atividades são evidenciadas pela existência de extensos

focos de erosão acelerada e áreas degradadas e assoreadas, que fazem do rio das Mortes um dos principais responsáveis pelo afluxo de sedimentos para o rio Grande. Na bacia do rio das Mortes, as principais áreas-problema estão “[...] nas sub-bacias do rio Santo Antônio, rio Carandaí, ribeirão de Lourdes e rio Pirapetinga, onde são observadas as concentrações significativas de formas de erosão, assoreamento das várzeas e degradação da paisagem.” (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1988, p. 374).

Nessa perspectiva, dentro da bacia do rio das Mortes, o rio Santo Antônio é um dos mais representativos em termos de ocupação antrópica e, conseqüentemente, de alteração da paisagem e de degradação ambiental. Nas últimas décadas, sua área de drenagem vem sofrendo um significativo processo de transformação econômico-produtiva, ou seja, está acontecendo um processo de “modernização” em sua estrutura produtiva. Essas transformações trazem para a paisagem geográfica alterações, especialmente no uso e ocupação do solo. A substituição da vegetação nativa, de campo, de cerrado ou de mata pela silvicultura, com destaque para as plantações de eucalipto, e pelas pastagens plantadas, notadamente a braquiária, são as maiores contribuintes para essa mudança.

Para caracterização do uso e ocupação do solo na bacia do rio Santo Antônio foram analisadas três temáticas principais: vegetação nativa remanescente, ocupação agrossilvipastoril e processos erosivos.

Vegetação nativa remanescente e ocupação Agrossilvipastoril

Sobre as áreas de vegetação nativa original que revestiam as superfícies englobadas pelas folhas SF. 23/24 (Rio de Janeiro/Vitória), o Mapa de Vegetação do Brasil, elaborado no âmbito do projeto RADAMBRASIL, traz a seguinte informação:

A vegetação original que revestia as superfícies englobadas pelas folhas em questão se encontra atualmente reduzida a alguns agrupamentos florestais primários com intervenção, ou secundários fragmentados e por vegetação campestre natural, descaracterizada por sucessivas queimadas, ou de origem antrópica. (BRASIL, 1983a).

A formação vegetal nativa na área de estudo (item 3.2.7. Vegetação nativa original), conforme leitura do Mapa de Vegetação do Brasil (BRASIL, 1983a), é composta

por Floresta Estacional Semidecidual e um enclave de Cerrado, localizado entre o trecho médio do ribeirão dos Marianos e o ribeirão de Cima. Esse enclave se estende sentido norte, na divisa e englobando a bacia do rio Pará.

Em relação à ocupação antrópica na área de estudo, cabe mencionar as observações de Ab'Saber sobre as dificuldades de ocupação devido ao relevo do domínio morfoclimático dos Mares de Morros:

O domínio dos “mares de morros” tem mostrado ser o meio físico, ecológico e paisagístico mais complexo e difícil do país em relação às ações antrópicas. No seu interior tem sido difícil encontrar sítios para centros urbanos de uma certa proporção, locais para parques industriais avantajados – salvo no caso das zonas colinosas das bacias de Taubaté e São Paulo – como, igualmente, tem sido difícil e muito custosa a abertura, o desdobramento e a conservação de novas estradas no meio dos morros. Trata-se, ainda, da região sujeita aos mais fortes processos de erosão e movimentos coletivos de solos em todo o território brasileiro (faixa Serra do Mar e bacia do Paraíba do Sul). Cada subsetor geológico e topográfico do domínio “mares de morros” tem seus próprios problemas de comportamento perante as ações antrópicas, nem sempre extrapoláveis para outros setores, ou mesmo para áreas vizinhas ou até contíguas. (AB’SABER, 2010, p. 17).

Devido à antropização, a utilização predominante indicada no Mapa de Vegetação do Brasil (BRASIL, 1983a) para a fisionomia vegetal Floresta Estacional, na área da bacia do rio Santo Antônio, é pastagens – Ap. Com relação à ocupação antrópica na região fitoecológica Floresta Estacional Semidecidual e especificamente na Formação Montana, a cuja classificação pertence a área de estudo, o projeto RADAMBRASIL apresenta as seguintes informações:

Nesses ambientes (Floresta Estacional Semidecidual), a intensa ação do homem praticamente substituiu a cobertura vegetal original por Pastagens, Agricultura e Vegetação Secundária, principalmente. Atualmente, ainda se encontram nos locais de difícil acesso ou protegidos por lei pequenos agrupamentos remanescentes das Formações Aluvial, das Terras Baixas, Submontana e Montana.

[...]

Estas áreas (Floresta Montana), apesar de já sofrerem grande intervenção, ainda guardam as características naturais primitivas da outrora exuberante florestada que cobriu extensas áreas nestas Folhas e que, atualmente, foi praticamente substituída por Pastagens (Ap) e Vegetação Secundária sem Palmeiras (Vss). (BRASIL, 1983b, p. 583-584).

Na área de estudo, destaca-se a existência de três fragmentos de Vegetação Secundária sem palmeiras – Vss situados a nordeste da bacia, na Serra das Vertentes, na divisa e englobando a bacia do Paraopeba. O primeiro desses fragmentos está situado entre as nascentes de pequenos afluentes da margem esquerda do baixo curso do ribeirão de Cima e as nascentes do córrego das Vassouras, afluente do ribeirão Pinhão. O segundo está localizado nas nascentes dos córregos do Quilombo e Barracão. E o terceiro engloba nascentes do córrego Floresta e do seu afluente córrego das Abóboras (Mapas 10 e 11).

Ressalta-se que, atualmente, o conjunto desses fragmentos é a área que mantém o maior remanescente florestal nativo de Floresta Estacional Semidecidual na bacia do rio Santo Antônio. Essa área coincide com a cumeeira da Serra das Vertentes, que representa o interflúvio entre afluentes do rio das Mortes, bacia federal do rio Grande, e afluentes do rio Paraopeba, bacia federal do rio São Francisco.

Com relação às áreas de Cerrado na bacia do rio Santo Antônio e entorno, o Mapa de Vegetação não indica áreas antropizadas, apenas algumas manchas de reflorestamento de eucalipto no município de São João del Rei, na bacia do rio das Mortes Pequeno, afluente da margem esquerda do rio das Mortes. Provavelmente, tal fato se justifica pela época em que foram feitos os estudos do projeto RADAMBRASIL, final da década de 70 e início de 80 do século passado, período em que ainda não havia significativas transformações econômico-produtivas nas áreas de Cerrado da região. Acrescenta-se ainda o fato da possibilidade de se utilizar a vegetação de Cerrado, a Formação campestre Gramíneo-Lenhosa, como é o caso de grande parte da área em questão, como pastagem natural, não havendo, portanto, necessidade de alteração brusca dessa formação nativa.

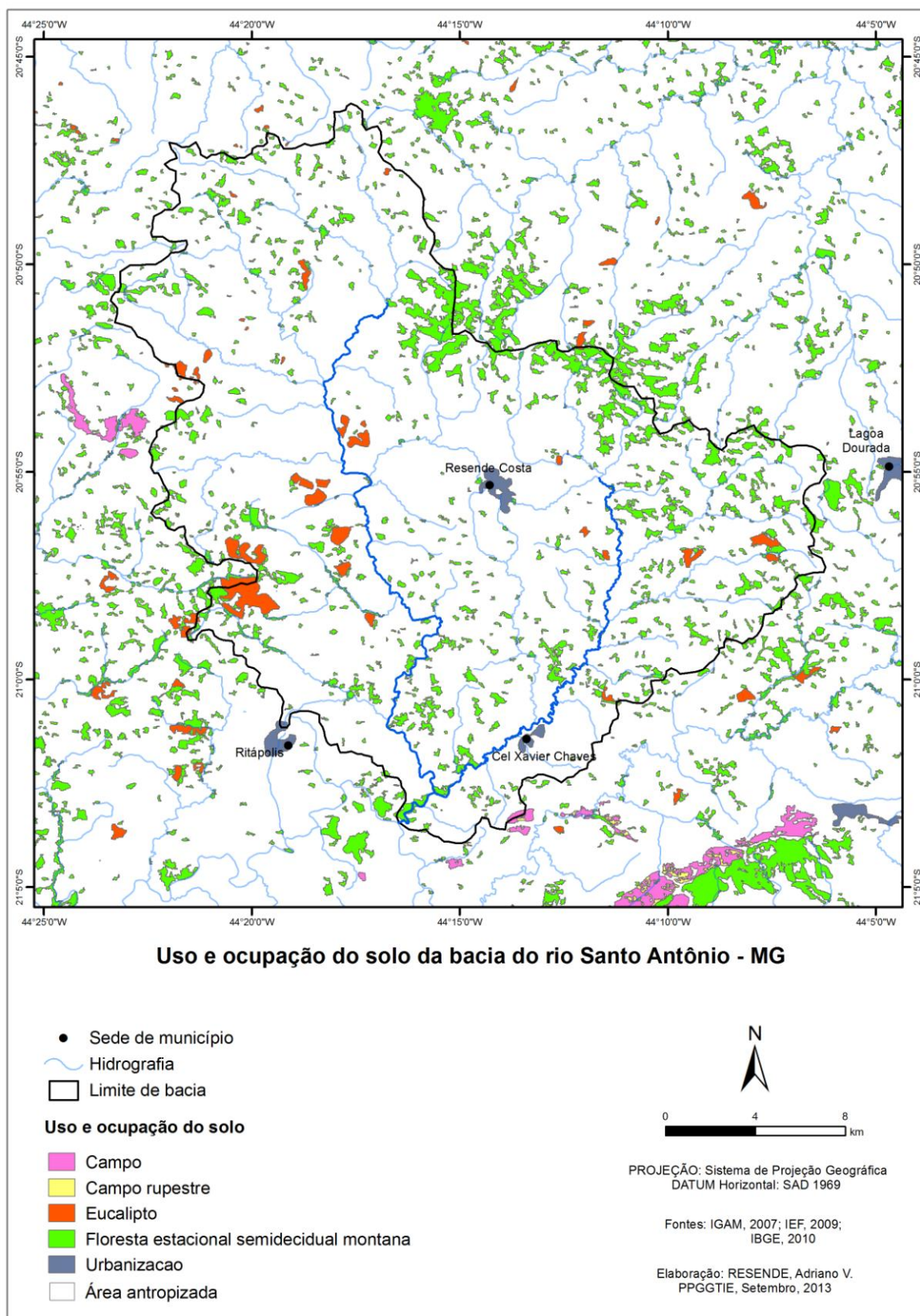
Sobre a ocupação antrópica da região fitoecológica do Cerrado e da Formação campestre Gramíneo-Lenhosa, segundo o Mapa de Vegetação do Brasil:

Técnicas sofisticadas atualmente utilizadas na agricultura ampliaram os espaços agrícolas nas áreas de solos de baixa fertilidade cobertas por Savanas. Assim, os agrupamentos remanescentes conservados, em sua maioria, restringem-se às áreas observadas no mapeamento da vegetação atual.

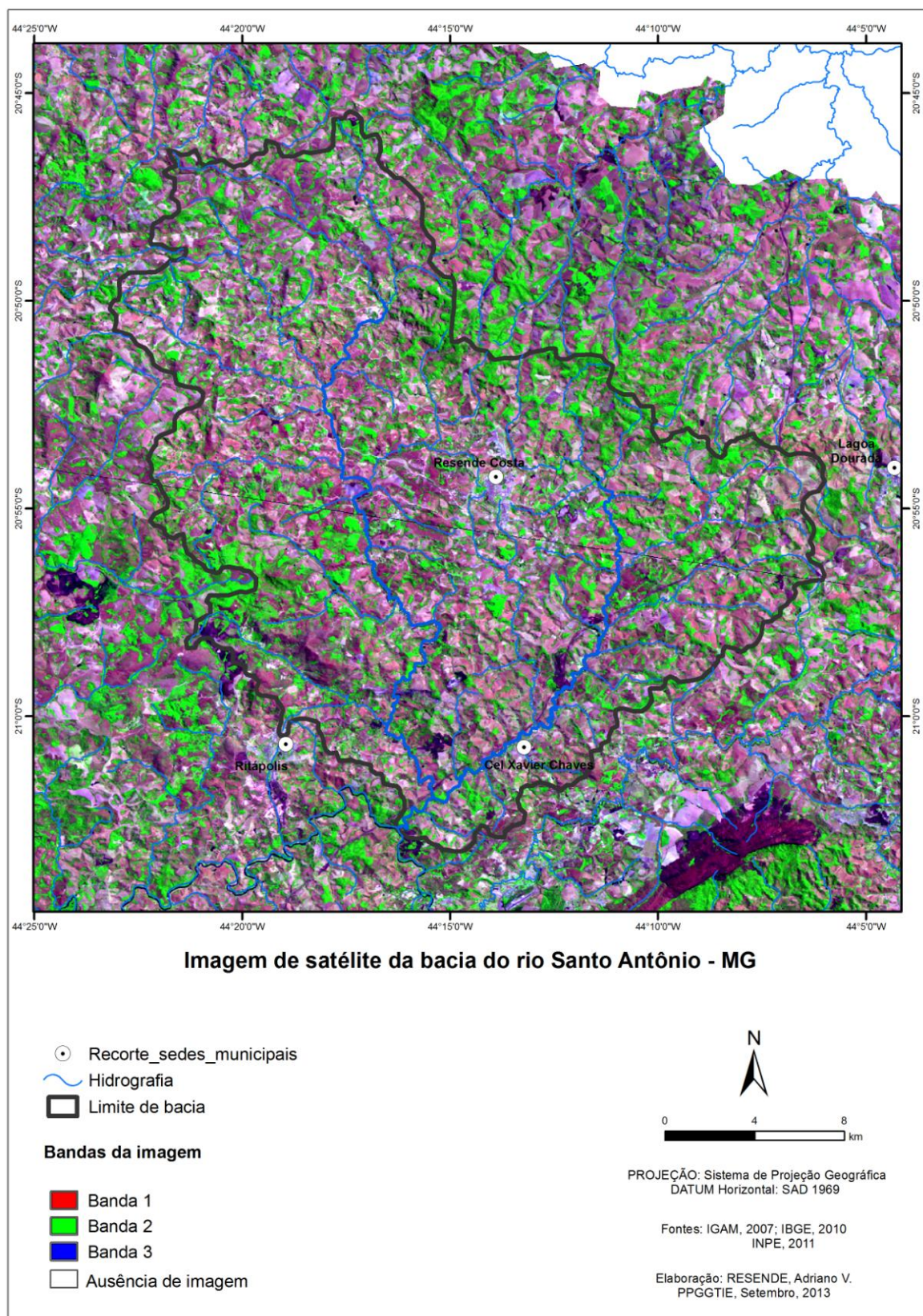
[...]

O fogo periódico mantém esta fitofisionomia (Formação campestre Gramíneo-Lenhosa), que é utilizada como pastagem extensiva. (BRASIL, 1983b, p. 579-580).

Mapa 10 – Uso e ocupação do solo da bacia do rio Santo Antônio



Mapa 11 – Imagem de satélite da bacia do rio Santo Antônio



O levantamento mais atual da cobertura vegetal de Minas Gerais é Monitoramento da Flora Nativa, realizado entre 2005 e 2007 no âmbito do Inventário Florestal de Minas Gerais, fruto de uma parceria entre o governo de Minas e a Universidade Federal de Lavras – UFLA (CARVALHO; SCOLFORO, 2008). Conforme dados apresentados no estudo, em 2007, Minas Gerais possuía uma cobertura florestal nativa que cobria 33,51% de sua área, em especial no centro-norte do Estado. Na área da UPGRH GD2 e na bacia do rio Santo Antônio restavam, respectivamente, 14,32% e 9,03% da vegetação nativa (Tabela 4), percentuais bem menores que o estadual, o que evidencia o elevado grau de antropização da área de estudo.

Tabela 4 – Distribuição das fisionomias da flora nativa e reflorestamentos na bacia do rio Santo Antônio e na UPGRH GD2

Município	Campo %	Campo Rupest. %	Floresta Estac. %	Total Nativo %	Eucalipto %	Demais usos %
<i>Coronel X. Chaves</i>	2,82%	0,59%	6,52%	9,93%	0,22%	89,85%
<i>Lagoa Dourada</i>	0,00%	0,00%	8,91%	8,91%	0,41%	90,68%
<i>Resende Costa</i>	0,05%	0,01%	7,45%	7,51%	0,39%	92,10%
<i>Ritópolis</i>	0,58%	0,01%	8,67%	9,26%	1,84%	88,90%
<i>Média dos 4 munic.</i>	0,86%	0,15%	7,88%	8,90%	0,71%	90,39%
Total GD2*	4,52%	0,08%	9,76%	14,37%	1,06%	84,57%
Minas Gerais**	6,56%	1,05%	8,83%	33,51%	2,32%	64,17%

Fonte: adaptado do Mapeamento e Inventário da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais (CARVALHO; SCOLFORO, 2008)

* Para o total dos 42 municípios da UPGRH GD2 a fisionomia “cerrado” representou 0,01% da área, sendo computada no total de vegetação nativa (“Total nativo”).

** Para o total do Estado de Minas Gerais as fisionomias “campo cerrado”, “cerrado *sensu stricto*”, “cerradão”, “vereda”, “floresta estacional decidual” e “floresta ombrófila” não foram contabilizadas separadamente no quadro acima, uma vez que essas fisionomias não são encontradas no UPGRH GD2. Da vegetação nativa de Minas essas fisionomias representavam, em 2007, respectivamente: 2,54%, 9,39%, 0,60%, 0,69%, 3,47%, e 7,84%. Dessa forma, a vegetação nativa representava um total de 33,51% da área do Estado. No quadro, a fisionomia “eucalipto” representa a soma da fisionomia “eucalipto” (2,08%) com a fisionomia “pinus” (0,24%), totalizando 2,32%.

Ressalta-se que na Tabela 4 foram incluídos na classe dos “Demais usos” todas as formas de uso e ocupação do solo que não se enquadraram como flora nativa ou reflorestamentos. Assim, nessa categoria estão representadas as áreas antropizadas, tais como: agricultura, pastagens plantadas, áreas urbanas, áreas degradadas, solo exposto etc. Nessa perspectiva, com o acréscimo de áreas de silvicultura, percebe-se que 66,49% das

áreas de Minas estavam com suas vegetações nativas alteradas. Na UPGRH GD2 e nos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio a área antropizada é maior, respectivamente 85,63% e 91,1%. Dentre os municípios da área de estudo, o destaque é para Resende Costa, que possuía 92,5% de sua área já antropizada.

Em relação às fisionomias da vegetação nativa, em nível estadual, merecem destaque tanto as áreas de cerrado/campo quanto as áreas de floresta. Em termos percentuais, as áreas de campo representavam 6,56%, de cerrado *sensu stricto* 9,39%, de floresta ombrófila 7,84%, e de floresta estacional semidecidual 8,83% do Estado. Na área da UPGRH destacam-se o campo, 4,51%, e, principalmente, a floresta estacional semidecidual, 9,72%. Dentre os quatro municípios estudados, o destaque também é para a fisionomia floresta estacional semidecidual, que cobria 8,02% dos 9,03% do remanescente florestal nativo.

Analisando separadamente os municípios, são três os destaques. Coronel Xavier Chaves é o município que conservava o maior percentual de vegetação nativa: 9,93%. Em Lagoa Dourada o percentual de floresta estacional semidecidual, que é o maior da área de estudo, representava o total da vegetação nativa remanescente: 8,91%. Resende Costa, onde restavam 7,51% de vegetação nativa, é único município abaixo da média da bacia: 8,90%. A título de comparação, acrescenta-se que apenas seis municípios na UPGRH GD2 possuíam área florestal nativa remanescente menor que Resende Costa: Candeias com 6,29%, Casa Grande com 7,00%, Conceição da Barra de Minas com 3,65%, Ijaci com 4,32%, Ribeirão Vermelho com 5,19% e São Tiago com 4,40%. Já em nível estadual, 96 dos 853 municípios possuíam percentual de vegetação nativa menor que Resende Costa (CARVALHO; SCOLFORO, 2008).

Sobre os reflorestamentos, esses representavam 2,32% da área do Estado, em duas fisionomias: eucalipto, 2,08%, e pinus, 0,24%. Na UPGRH GD2, o reflorestamento foi menor que a média estadual, envolvendo 1,06% da área com eucalipto. Nos quatro municípios a média foi de 0,71%, portanto, abaixo das médias regional e estadual. Dentre os municípios, destaca-se Ritópolis com 1,84%, porcentagem acima da média regional e próxima da estadual.

Cabe ressaltar que o Estado entre os anos de 2003 e 2007, período de realização dos dois Inventários Florestais de Minas Gerais, viu sua cobertura florestal nativa ser reduzida em 1,5%. Isto é, em 2003 a cobertura florestal nativa representava 34,02% da

área estadual, em 2005 33,69% e em 2007 33,51%. No mesmo período, na UPGRH GD2, a cobertura florestal nativa foi reduzida em 2,9%, passando de 14,80% em 2003 para 14,49% em 2005 e para 14,37% em 2007. Já nos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio houve redução em 1,98%, passando a cobertura florestal nativa de 9,08% em 2003 para 8,93% em 2005 e para 8,90% em 2007. Assim, embora abaixo da média regional, 2,9%, na área de estudo a redução da vegetação nativa, que ficou em 1,98%, foi maior que a média estadual: 1,5%.

Se forem analisados separadamente os municípios da área de estudo tem-se o seguinte quadro. Em Coronel Xavier Chaves houve redução em 1,49%, o remanescente florestal nativo passou de 10,08% em 2003 para 9,93% em 2005 e continuou em 9,93% em 2007. Em Lagoa Dourada houve redução em 1,44%, na cobertura florestal nativa, passando de 9,04% em 2003 para 8,93% em 2005 e para 8,91% em 2007. Em Resende Costa houve redução em 0,27%, passando a cobertura florestal nativa de 7,53% em 2003 para 7,52% em 2005 e para 7,51% em 2007. Já em Ritápolis houve redução em 4,44%, a cobertura florestal nativa passou de 9,69% em 2003 para 9,30% em 2005 e para 9,26% em 2007.

Pelos dados apresentados anteriormente têm-se dois destaques. Primeiro, Resende Costa, que apesar de ter o menor percentual de vegetação nativa, é o município onde ocorreu menos alteração da paisagem nativa entre 2003 e 2007. Segundo, em Ritápolis, que é o segundo município em percentual de vegetação nativa, foi o que mais a suprimiu, principalmente entre 2003 e 2005. Ritápolis é o único município da bacia do rio Santo Antônio que teve a redução da vegetação nativa superior às médias regional e estadual no período analisado: respectivamente 4,44%, 2,9% e 1,5%.

Entre os anos de 2003 e 2007, os reflorestamentos em Minas aumentaram em 19,59%. Isto é, em 2003 as plantações de eucalipto e pinus envolviam 1,94%, em 2005 representavam 2,16% e em 2007 2,32%. No mesmo período, na UPGRH GD2, os reflorestamentos foram aumentados em 171,79%, passando de 0,39% em 2003 para 0,70% em 2005 e para 1,06% em 2007. Já nos quatro municípios da bacia do rio Santo Antônio houve aumento de 914,28%, passando a média dos reflorestamentos de 0,07% em 2003 para 0,38% em 2005 e para 0,71% em 2007. Assim, o crescimento do reflorestamento de eucalipto na bacia do rio Santo Antônio foi superior à média regional e estadual entre 2003 e 2007.

Analisando separadamente os municípios da área de estudo tem-se o seguinte quadro do reflorestamento. Em Coronel Xavier Chaves houve aumento de 2.100%, os reflorestamentos passaram de 0,00% em 2003 para 0,13% em 2005 e 0,22% em 2007. Em Lagoa Dourada houve aumento de 272,7%, passando de 0,11% em 2003 para 0,40% em 2005 e para 0,41% em 2007. Em Resende Costa houve aumento de 143,7%, passando de 0,16% em 2003 para 0,28% em 2005 e para 0,39% em 2007. Já em Ritápolis houve aumento de 7.100%, passando os reflorestamentos de 0,01% em 2003 para 0,72% em 2005 e para 1,84% em 2007. Assim, na área de estudo, em relação aos reflorestamentos, têm-se dois destaques. Primeiro, no município de Ritápolis as plantações de eucalipto aumentaram significativamente entre 2003 e 2007. Segundo, em Lagoa Dourada, as áreas de eucalipto permaneceram praticamente estáveis entre 2005 e 2007, o que demonstra não ser essa uma atividade crescente no município, o que destoa dos outros três.

Ressalta-se que a silvicultura ou o reflorestamento no Estado de Minas, especificamente no norte e nordeste do Estado, em escala comercial, teve início anteriormente à década 1980 (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1983). Na bacia do rio Santo Antônio as plantações comerciais de eucalipto são recentes, por exemplo, em Coronel Xavier Chaves e em Ritápolis, anteriormente a 2003, a silvicultura ocupava pequenas parcelas dos municípios. Já em 2007, os fragmentos de eucalipto eram expressivos segundo dados do Inventário Florestal de Minas Gerais anteriormente analisados (CARVALHO; SCOLFORO, 2008). Destaca-se que nas fotografias aéreas analisadas, que são de 1985, os fragmentos de floresta plantada, quando existentes, são poucos e em pequenas extensões. Nas idas a campo, realizadas entre 2012 e 2013, em todos os locais visitados foram verificadas plantações de eucalipto em diferentes proporções: desde a utilização da espécie como cerca viva a fragmentos comerciais contíguos. Portanto, essa é a principal transformação econômico-produtiva na área de estudo.

Processos erosivos

Conforme informações do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (SCOLFORO; OLIVEIRA, 2008 apud INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012), aproximadamente 39% da UPGRH GD2 apresenta potencial de

erodibilidade do solo considerado médio a muito alto. São duas grandes áreas consideradas mais críticas com relação a processos erosivos: a primeira área localizada na porção central da bacia do rio das Mortes, nas sub-bacias (definição e subdivisão feitas no Relatório Parcial para elaboração do Plano Diretor da UPGRH GD2) do Médio Rio das Mortes, Rio dos Peixes e porção baixa do Ribeirão Barba de Lobo; a segunda está localizada na borda leste e nordeste da bacia, nas sub-bacias do Alto Rio das Mortes, na porção baixa do Rio Elvas e porção alta do Rio Carandaí.

Destaca-se que os quatro municípios que compõem a bacia do rio Santo Antônio foram citados no Relatório Parcial como áreas com significativo potencial de erodibilidade do solo: Coronel Xavier Chaves, Resende Costa e Ritápolis estão inseridos na primeira área, no Médio Rio das Mortes, e Lagoa Dourada na segunda, porção alta do Rio Carandaí.

Segundo a literatura (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1988), a bacia hidrográfica do rio das Mortes é considerada, na sua quase totalidade, como área com alta susceptibilidade à erosão dos solos e com alta ocorrência de focos erosivos isolados ou concentrados. Com base em levantamento, ainda parcial, realizado por Ferreira e Ferreira (2009) nas bacias dos rios das Mortes, do Cervo e Jacaré, pode-se dimensionar a representatividade das voçorocas na área de atuação da UPGRH GD2.

Segundo o estudo, dentre as 10 sub-bacias em que foi subdivida a Unidade de Planejamento, a sub-bacia do Médio Rio das Mortes, onde está localizado o rio Santo Antônio, é a que tem o maior percentual de sua área comprometida com voçorocas, cerca de 0,54%, isto é, 655,9 ha do total de 121.079,4 ha (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012). Portanto, na área da bacia do rio das Mortes, a bacia do rio Santo Antônio é “[...] uma das áreas mais problemáticas, pela alta concentração de focos de erosão e de sólidos em suspensão ao longo de toda a drenagem.” (MOREIRA, 1992, p. 1).

Na bacia do rio Santo Antônio foram identificados 754 focos de erosão, sendo 447 voçorocas ativas e 384 paleovoçorocas. Essas são processos erosivos do Terciário e do Quaternário, portanto, já estabilizados e colonizados. Destaca-se que, na área de estudo, entre os anos de 1965 e 1985, foram mapeadas 24 novas voçorocas (MOREIRA, 1992; MOREIRA et al., 2003). Das voçorocas ativas na área de estudo, 297 estão na sub-bacia do rio Santo Antônio e 150 na sub-bacia do ribeirão do Mosquito. Se forem relacionadas as voçorocas ativas com as áreas das sub-bacias, tem-se para o rio Santo Antônio 0,97

voçoroca/km² e para o ribeirão do Mosquito 0,75 voçoroca/km². Assim, na sub-bacia do rio Santo Antônio há praticamente 1 voçoroca ativa em cada km² (100 ha).

Pela análise do mapa de processos erosivos na bacia do rio Santo Antônio, adaptado de Moreira et al (2003), pode-se identificar a área-núcleo onde há concentração de voçorocas ativas e pelevorocas: trechos médios da sub-bacia do rio Santo Antônio e da sub-bacia do ribeirão do Mosquito (Mapa 12).

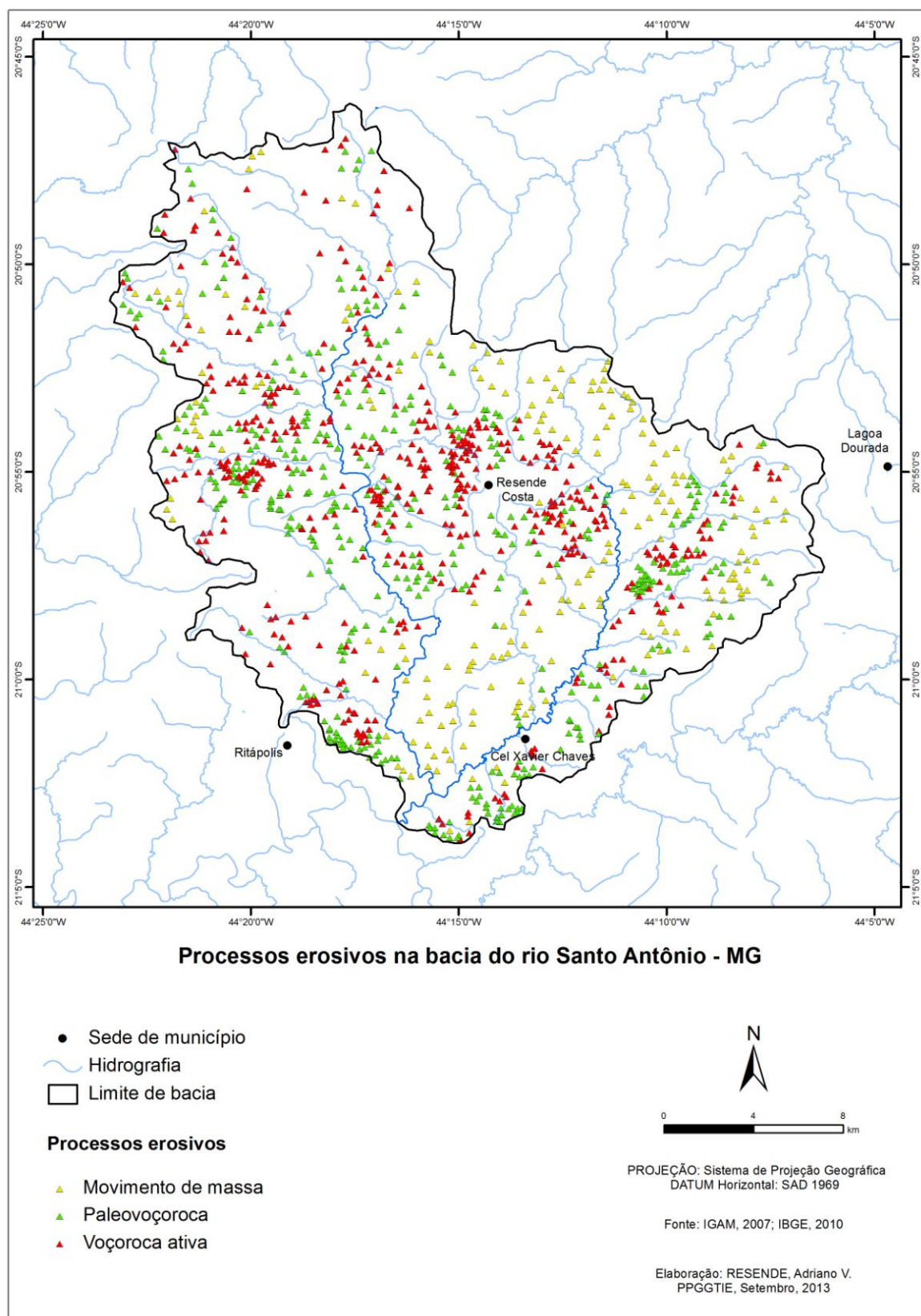
Na sub-bacia do rio Santo Antônio, na área mais crítica, foram localizadas 203 voçorocas ativas, o que corresponde a 68% do total. Essas voçorocas estão concentradas principalmente à montante de corredeiras e cachoeiras, que são as áreas nas quais o perfil do rio está em maior desequilíbrio, portanto, com maior potencial erosivo. Os locais mais afetados por voçorocas seriam microbacias dos seguintes cursos d'água: córregos da Restinga, Curtume, dos Pintos, Cachoeirinha, Pinhão e da Carioca. Desses, destacam-se, pela margem esquerda, o ribeirão do Pinhão com 68 voçorocas ativas e, pela margem direita, o ribeirão da Restinga com 46 (MOREIRA, 1992).

Na sub-bacia do ribeirão do Mosquito foram identificadas 150 voçorocas ativas, distribuídas principalmente em duas áreas com maior incidência. A primeira está entre os trechos médios dos córregos do Retiro e do Mosquito e as cabeceiras do córrego da Areia. A segunda está entre os trechos médios dos córregos do Brumado e Floresta.

Com relação aos movimentos de massa, a sub-bacia mais afetada é a do ribeirão do Mosquito, destacando-se três áreas. A primeira, e mais significativa, está no trecho inicial da sub-bacia do ribeirão do Mosquito: córregos do Tijuco, Quilombo, Barracão, da Areia e do Brumado. Destaca-se que os três primeiros cursos d'água estão na Serra das Vertentes. A segunda área está localizada na margem direita do baixo ribeirão do Mosquito, entre o baixo curso do riacho dos Pinheiros e o rio Santo Antônio, englobando o córrego Roça Grande. A terceira entre os trechos médios dos córregos Correio e do Brumado.

A gênese do fenômeno de voçorocas é complexo e resulta da associação de vários fatores em escalas diferentes: regional, intermediária e local ou de detalhe. Na bacia do rio Santo Antônio, pode-se fazer várias relações entre ocorrência de voçorocas e fatores naturais e antrópicos, como: litologia, pedologia, sistema fluvial e uso e ocupação do solo. Com relação à litologia, essa age no sentido de condicionar: o relevo devido à maior ou menor resistência aos processos de intemperismo; os tipos de solos, como fruto dos produtos de alteração das rochas; e a circulação da água superficial e subterrânea devido às

Mapa 12 – Processos erosivos na bacia do rio Santo Antônio



Fonte: adaptado de MOREIRA et al. (2003)

estruturas das rochas. Assim, o processo de alteração das rochas e suas características estruturais vão favorecer a predominância do escoamento superficial, subsuperficial ou subterrâneo e, conseqüentemente, os processos erosivos superficiais ou subterrâneos, esses chamados de “piping” (MOREIRA, 1992).

Na área de estudo, as voçorocas estão geralmente associadas a gnaisses, migmatitos e granitos da unidade geológica Suíte Alto Maranhão (item 4.2.1 Geologia) devido a várias condições favoráveis, tais como: o manto de alteração é espesso, variando entre 15 e 20 metros e predominantemente franco-argilo-arenoso; nas vertentes convexas as declividades têm valores frequentes entre 6 e 12°, menores que nas áreas de movimentos de massa; as análises químicas dos solos apontaram para uma menor fertilidade dessas áreas, o que provoca uma recuperação mais lenta das pastagens degradadas pelo superpastoreio e conseqüentemente a facilitação inicial da ação erosiva do escoamento superficial (MOREIRA, 1992).

Já os movimentos de massa na bacia do rio Santo Antônio estão geralmente associados a anfíbolitos, xistos e rochas metabásicas da unidade geológica Grupo Nova Lima. Nessas áreas a litologia proporcionou as seguintes características: originou um relevo acidentado, formado por esporões alongados de vertentes íngremes com declividades mais frequentes de 22° (40%); grandes desníveis entre os topos e os fundos dos vales; rochas alteradas até as profundidades de 15 a 20 metros; e solos cauliníticos com teores de argila superiores a 50%. Nas vertentes íngremes os movimentos de massa são frequentes e basicamente podem ser classificados como escorregamentos do tipo rotacional e fluxos de terra ou lama. Destaca-se que um aspecto comum e visível desses movimentos de massa é que vários não são atuais, são do Terciário e Quaternário. Assim, as cicatrizes já foram muitas vezes suavizadas e a ocupação humana instalada, sendo essas áreas aproveitadas para lavouras ou pastagens plantadas (MOREIRA, 1992).

Ainda sobre a geologia cabe destacar que, na bacia do rio Santo Antônio, a separação das áreas de anfíbolitos (Grupo Nova Lima) com as de granito/gnaisses (Suíte Alto Maranhão) “[...] é dificultada pelo caráter transicional dos dois conjuntos e a divisão de domínios indica na realidade, a predominância de uma litologia sobre a outra.” (MOREIRA, 1992, p. 97). Dessa forma, em campo, percebe-se que os movimentos de massa e as voçorocas, apesar de haver áreas de maior incidência dos mesmos, estão distribuídos por toda a bacia, cobrindo as duas unidades geológicas.

Em relação aos solos, as voçorocas estão localizadas predominantemente em CAMBISSOLOS, que é tipo de solo de maior incidência na área de estudo, e, em menor escala, em LATOSSOLOS. Já os movimentos de massa são mais recorrentes nos segundos (item 4.2.6 Pedologia). Destaca-se que na bacia do rio Santo Antônio o fator solo foi fortemente influenciado pela intensidade das erosões, “[...] *resultando na predominância de solos truncados e jovens e que atualmente retroalimentam o processo erosivo, uma vez que são mais susceptíveis à erosão e permitem o aprofundamento de sulcos resultantes do escoamento superficial e das trilhas de gado.*” (MOREIRA, 1992, p. 122).

Em um sistema fluvial, a eficiência dos canais de ordem inferior e a rede subsuperficial provocam a aceleração dos processos erosivos, principalmente nas nascentes e nos trechos iniciais dos cursos d’água, o que resulta em formas predominantemente do tipo voçorocas. Os trechos de maior gradiente de um rio, portanto, de maior instabilidade e de alta energia, indicados pela análise do perfil longitudinal, podem promover a instabilização das vertentes e resultar em processos erosivos acelerados, como o escorregamento de massas e voçorocas. Esses trechos estão geralmente à montante a corredeiras e pequenas quedas d’água. Os solapamentos de margens dos cursos d’água também são comuns na busca que o rio faz por seu equilíbrio (MOREIRA, 1992).

Os processos erosivos, tanto as voçorocas quanto os escorregamentos de massa, provocam o assoreamento dos canais de drenagem e dos reservatórios. Na área de estudos não existem grandes reservatórios, como os usados na geração de hidroeletricidade, mas as pequenas represas sofrem os resultados desses processos. O assoreamento no rio Santo Antônio e no Ribeirão do Mosquito é perceptível em alguns pontos, principalmente com a formação de bancos de areia. Nas áreas onde existe acúmulo desse minério, ocorre sua extração comercial, como, por exemplo, nos seguintes cursos d’água: córregos Tabatinga (afluente do ribeirão do Pinhão), do Mosquito, do Retiro, trechos do ribeirão do Mosquito (principalmente próximo aos deságues dos córregos do Retiro e Correio, locais conhecidos como Barro Vermelho e Sumidouro respectivamente) e do rio Santo Antônio (principalmente nas proximidades do córrego do Vau, da comunidade do Ramos e do povoado do Glória).

Sobre o sistema fluvial do rio Santo Antônio, esse ainda está em desequilíbrio (item 4.4.2 Recursos hídricos), tanto a rede visível na topografia quanto a subsuperficial

(MOREIRA et al., 2003). Os processos erosivos na área de estudo estão associados à evolução do sistema hidrográfico. Assim, as voçorocas atuais, entre ativas, mistas e colonizadas, estão articuladas com o nível atual da drenagem e duas gerações de voçorocas mais antigas estão relacionadas com os dois níveis de terraços encontrados na bacia do rio Santo Antônio (MOREIRA, 1992).

Em relação ao uso e ocupação do solo, em áreas com pastagens mais degradadas são encontradas voçorocas ativas. Isso se justifica porque em pastagens mais degradadas, com grande número de trilhas e terracetes feitos pelo gado, a atuação do escoamento superficial é mais eficiente e formação de sulcos podem resultar em voçorocas. Em áreas com pastagens mais conservadas as voçorocas estão geralmente colonizadas. (MOREIRA, 1992)

Diante do exposto, pode-se afirmar que o processo erosivo por voçoroca na bacia do rio Santo Antônio é natural, “[...] com fortes evidências de uma fase de instalação de voçorocas no final do Terciário e uma outra no Pleistoceno Médio/Superior. A fase atual resulta também de um processo natural, apenas catalisado por ações antrópicas.” (MOREIRA, 1992, p. 81).

3.4.2. Recursos hídricos

Os cursos d’água de uma bacia hidrográfica servem como indicadores das formas de uso do solo pelo homem. Dessa forma, os rios que drenam uma região apresentam suas águas com características físico-químicas próprias, as quais refletem as atividades de uso e ocupação dos solos nas áreas à montante (ALKIMIM et al., 2011). Portanto, além da influência física, pode-se inferir a inter-relação entre a disponibilidade e a qualidade da água superficial com os usos do solo dentro de uma bacia hidrográfica.

A bacia do rio das Mortes, em relação à disponibilidade de água superficial, “[...] pode ser considerada rica em água, pois sua disponibilidade é maior ou igual às das regiões consideradas de elevado potencial hídrico no estado [...]” (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1988, p. 286). Com relação à qualidade das águas, o rio das Mortes é historicamente “[...] um dos principais responsáveis pelo afluxo de sedimentos para o rio Grande.” (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1988, p. 32). Assim, a bacia do rio Santo Antônio, seguindo essa

perspectiva, também pode ser considerada uma área com considerável disponibilidade hídrica superficial e um importante contribuinte para a carga de sedimentos que chega ao rio Grande.

Para caracterização dos recursos hídricos na bacia do rio Santo Antônio foram analisadas duas temáticas principais: vazão e qualidade das águas superficiais; principais captações e outorgas.

Vazão e qualidade das águas superficiais

A vazão de um rio está relacionada com o aspecto quantitativo do recurso hídrico e, portanto, com sua disponibilidade hídrica. Essa é avaliada a partir das descargas líquidas médias observadas nos cursos d'água de sua bacia hidrográfica. Destaca-se que as vazões fluviais são muito dependentes da variabilidade climática (REBOUÇAS, 2002b), uma vez que o clima condiciona o balanço hídrico, a variação da cobertura vegetal e o escoamento superficial (MOREIRA, 1992). Já o fluxo ou escoamento de base, determinado pela geologia e/ou hidrogeologia, é extremamente importante para manter uma vazão mínima na época da seca (REBOUÇAS, 2002b).

A partir do cálculo da disponibilidade hídrica, faz-se uma comparação entre os volumes de águas disponíveis e a demanda atual e projetada (BRANCO, 2006). Assim, em rios onde não existe regularização da vazão pelo sistema de reservatórios à montante da seção de interesse, a disponibilidade hídrica é considerada como igual à vazão de estiagem (CONEJO, 2005).

A disponibilidade hídrica é analisada por vários parâmetros, não somente pela vazão média dos rios. Os parâmetros mais importantes são:

$Q_{7,10}$ – Vazão mínima com 7 dias de duração e 10 anos de período de retorno: vazão de referência do regime de estiagem do curso de água, utilizada como índice do limite inferior da disponibilidade no estado de Minas Gerais;

Q_{95} – Vazão mínima com 95% de permanência no tempo: também é uma referência para o regime de estiagem, indica o valor que é excedido na curva de permanência em 95% do tempo, utilizada como índice do limite inferior da disponibilidade pela Agência Nacional de Águas – ANA;

Q_{MLT} – Vazão média de longo termo: representa o limite superior de disponibilidade de um curso de água. Teoricamente é calculada como o valor de vazão que, se ocorresse de forma constante no tempo, produziria o mesmo volume que o regime fluvial variável escoou em um longo intervalo de tempo;

Vazão específica – estabelecida como a relação entre a vazão de referência e a área de drenagem da estação fluviométrica ou seção de análise, dada em $l/s.km^2$ (BRANCO, 2006, PRUSKI; BRANDÃO; SILVA, 2004; SOUZA, 1993).

Sobre o comportamento hidrológico, segundo estudos realizados para o Estado de Minas Gerais (SOUZA, 1993), toda área da bacia de contribuição da UPGRH GD2, tanto a do rio das Mortes quanto a do rio Jacaré, “[...] *localiza-se em uma mesma região, com rendimento superficial médio ou elevado em regime torrencial, com médias ou altas contribuições específicas e variação intra-anual intensa com cheias e estiagens pronunciadas.*” (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012, p. 439). Assim, “[...] *a bacia do rio das Mortes constitui-se em uma única região hidrologicamente homogênea tanto para vazões máximas e médias como para mínimas.*” (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1988, p. 286).

Em Minas Gerais, a $Q_{7,10}$ é a vazão de referência utilizada no cálculo das disponibilidades hídricas, isto é, para concessão de Outorgas de usos consuntivos (em que há consumo de água). O limite máximo das vazões consuntivas a serem outorgadas, em condições naturais, será de 30% ou 50% da $Q_{7,10}$, ficando garantido, à jusante da seção de interesse, fluxos residuais mínimos equivalentes a 70% ou 50% da vazão de referência (MINAS GERAIS, 2010; 2012). Na bacia do rio Santo Antônio o limite da vazão outorgada é de 50% da $Q_{7,10}$.

Destaca-se que dentre as dez sub-bacias em que foram subdividas a UPGRH GD2, a $Q_{7,10}$ média variou entre 2,05 no rio do Peixe a 10,55 m^3/s no rio Jacaré; e a vazão específica média, usada para o cálculo da $Q_{7,10}$, ficou entre 4,0 no rio do Peixe a 5,0 $l/s.km^2$ no rio Jacaré. Para a sub-bacia Médio Rio das Mortes os valores médios da $Q_{7,10}$ e da vazão específica foram respectivamente: 4,24 m^3/s e 4,41 $l/s.km^2$ (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

Especificamente para a bacia do rio Santo Antônio, a $Q_{7,10}$ calculada, em maio de 2013, para a sua foz foi de 2,8 m^3/s , considerando uma vazão específica (ou rendimento específico) média de 6,0 $l/s.km^2$. Com relação às vazões específicas, as isolíneas de vazão

variaram entre o máximo de 8,4 l/s.km² no extremo norte da bacia, nas cabeceiras do córrego Bertânia, afluente do ribeirão de Baixo; e os mínimos de: 4,2 l/s.km² a oeste, nas cabeceiras dos córregos da Carioca, Retiro e ribeirão da Restinga; 4,6 l/s.km² a leste, nas cabeceiras do córrego Campo Grande, afluente do córrego Floresta; e 5,0 l/s.km² a sul, no entorno da foz do rio Santo Antônio no rio das Mortes (SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL, 2013; SOUZA, 1993).

Se comparadas com o restante do Estado de Minas Gerais, a bacia do rio Santo Antônio, e também a do rio das Mortes, é uma região com significativa disponibilidade hídrica. Tal fato fica evidente quando se compara a região com o norte e o nordeste do Estado, onde as vazões específicas em algumas áreas chegam a ter valores inferiores a 0,5 l/s.km² (SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL, 2013, SOUZA, 1993). Assim, nessa perspectiva, a bacia do rio das Mortes e especificamente a do rio Santo Antônio podem ser consideradas ricas em água superficial.

A qualidade da água é representada por vários parâmetros, que traduzem suas principais características físicas, químicas e biológicas. Os principais parâmetros físicos analisados na caracterização dos cursos d'água são: cor, turbidez, sabor, odor e temperatura. Os principais parâmetros químicos são: pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes inorgânicos e micropoluentes orgânicos. Quanto aos parâmetros biológicos, o mais importante é monitorar os organismos indicadores de contaminação fecal, grupo dos coliformes, que determina de forma indireta a potencialidade da água em transmitir doenças (SPERLING, 2005). Assim, os parâmetros obtidos na análise dos cursos d'água, na medida em que são comparados aos padrões estabelecidos pela legislação e pela literatura, permitem avaliar a qualidade da água da área monitorada.

Os requisitos de qualidade de água variam em função de seus usos previstos (BRASIL, 2005; MINAS GERAIS, 2008; SPERLING, 2005). Dessa forma, os parâmetros a serem analisados dependem das particularidades de cada situação, isto é, dependem das utilizações (águas para abastecimento, águas residuárias e caracterização ambiental de corpos d'água receptores) e dos usos previstos (abastecimento público, consumo humano, irrigação, recreação, diluição de efluentes etc.). Os cursos d'água que possuem usos múltiplos, como os da bacia do rio Santo Antônio, a qualidade da água deve atender aos requisitos dos diversos usos previstos (SPERLING, 2005).

A base de dados do IGAM para análise da qualidade das águas superficiais, no âmbito do Projeto Águas de Minas, inclui resultados de parâmetros físicos, químicos e biológicos (microbiológicos, hidrobiológicos e ecotóxicológicos). O órgão utiliza quatro indicadores: Índice de Qualidade das Águas – IQA, Contaminação por Tóxicos – CT, Índice do Estado Trófico – IET e o Índice de Conformidade ao Enquadramento – ICE (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2013a). Destaca-se que o IQA é o indicador mais utilizado no país para avaliar a qualidade das águas superficiais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013).

O IQA foi adaptado pela CETESB, em 1975, a partir de estudo desenvolvido pela National Sanitation Foundation (USA) na década de 1970, por meio de uma pesquisa de opinião feita junto a profissionais da área ambiental. Esse índice tem como determinante principal a utilização da água para abastecimento após tratamento e revela as interferências antrópicas nos cursos d'água, geralmente por lançamento de esgotos sanitários, produtos químicos e material sólido. Nove variáveis são utilizadas no cálculo do IQA: oxigênio dissolvido, coliformes fecais (termotolerantes), pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, nitrogênio total, fosfato total, temperatura, turbidez e resíduo total (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013).

O IQA varia numa escala de 0 a 100, sendo classificado em faixas. No entanto, a CETESB e o IGAM utilizam faixas de classificação diferentes (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013). A CETESB classifica a qualidade dos cursos d'água da seguinte forma: 0-19, qualidade péssima; 20-36 ruim; 37-51 regular; 52-79 boa e 80-100 ótima (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013). Em Minas Gerais, o IGAM utiliza outras faixas de classificação: 0-25, qualidade péssima; 26-50 ruim; 51-70 regular; 71-90 boa e 91-100 ótima (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013, INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2013a).

Na área de atuação do CBH Vertentes do Rio Grande a rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais operada pelo IGAM, no Projeto Águas de Minas, é constituída por nove estações de amostragem. Com relação à localização das mesmas, uma é no próprio rio Grande, seis no rio das Mortes, uma no ribeirão Caieiro, afluente da margem direita do rio das Mortes, e outra no rio Jacaré. Na sub-bacia do Médio Rio das Mortes há uma estação de monitoramento, código BG015, localizada no rio das Mortes à

jusante da cidade de São João del Rei, após a confluência com o rio Santo Antônio (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012, 2013b).

Para a sub-bacia do Médio Rio das Mortes, entre os anos de 2008 e 2010, a qualidade das águas superficiais apresentou as seguintes características: predominou o IQA Médio (Regular), com ocorrência de 50% de IQA Ruim em 2009; a totalidade dos valores de CT se apresentou na faixa Baixa; sobre o IET, os resultados indicaram prevalência de condições de baixa a média trofia (ultraoligotrófico a mesotrófico), no entanto, ocorreu alta trofia (eutrófico) em 25% dos resultados nos três anos; o ICE anual se mostrou Regular (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

A classificação dos corpos de água segue a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (BRASIL, 2005) e, em nível estadual, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01 de 2008 (MINAS GERAIS, 2008). Para sub-bacia do Médio Rio das Mortes, conforme o Projeto Águas de Minas, entre os anos de 2008 e 2010, no período seco os resultados médios geralmente atenderam os padrões de qualidade da classe 2. As exceções foram os seguintes parâmetros: a média de coliformes termotolerantes mostraram conformidade com a classe 3 e turbidez e DBO foram compatíveis com a classe 1. No período chuvoso, apenas dois parâmetros se enquadram como classe 2, fósforo total e chumbo total, os outros se enquadraram nas classes 3 ou 4. A exceção foi a DBO, que assim como no período seco, foi compatível com a classe 1 (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

Destaca-se que em consulta ao resumo executivo do “Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais em 2012”, no qual o IGAM analisou as informações para o ano, foi verificado que, na média, não houve alterações significativas nos indicadores e nas classificações para a UPGRH GD2 em comparação com o período 2008-2010. Assim, predominou o IQA Médio, com exceção da estação BG015 que recebe as águas residuárias da cidade de Barbacena com IQA Ruim; em 7 das 9 estações analisadas os valores de CT se apresentaram na faixa Baixa (inclusive a estação BG015), uma na faixa Média e outra na Alta; e os resultados, em média, atenderam aos padrões de qualidade da classe 2 (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2013a).

Com relação às causas de alterações na qualidade e as características relevantes das águas superficiais na sub-bacia do Médio Rio das Mortes, o Relatório Parcial para o Plano Diretor (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012) elencou algumas.

Primeiro: comprometimento sanitário das águas em decorrência do lançamento de esgotos sanitários brutos e da drenagem de áreas urbanas e rurais, refletido em elevados percentuais nas contagens de coliformes termotolerantes e em maior frequência de fósforo total. Segundo: as águas possuem boa capacidade de autodepuração da carga poluidora orgânica lançada nos corpos receptores, proveniente dos esgotos sanitários, dos efluentes industriais e da drenagem de áreas urbanas e rurais, traduzida no baixo conteúdo de matéria orgânica e em níveis de oxigenação satisfatórios. Terceiro: interferência por carga difusa, possivelmente devido à erosão hídrica agravada pela remoção da cobertura vegetal, mineração e atividade agropecuária, bem como à ressuspensão de sedimentos depositados nos leitos dos cursos de água decorrente do aumento da vazão de escoamento, refletida em ocorrências de resultados não conformes de manganês total, sólidos em suspensão totais, cor verdadeira, ferro dissolvido e turbidez. Quarto: detecção de teor não conforme de chumbo total em período chuvoso, que pode ser relacionado a lançamentos de efluentes de indústrias do ramo metalúrgico (localizadas nos municípios no alto curso do rio das Mortes e, principalmente, em São João del Rei) e a atividades agrícolas, pelo uso de agrotóxicos contendo o citado metal, assim como a ressuspensão de sedimentos contendo chumbo depositados na calha do rio das Mortes.

Para a bacia do rio Santo Antônio pelo menos três desses quatro itens são verificados. Primeiro, o lançamento de esgotos pelas sedes urbanas que estão localizadas dentro da bacia, uma vez que as mesmas ainda não possuem sistema de tratamento para os efluentes sanitários gerados nas cidades. Coronel Xavier Chaves coleta e lança todo esgoto sem tratamento diretamente no leito do ribeirão do Mosquito; Resende Costa lança parte dos esgotos no córrego do Tijuco, nas cabeceiras do ribeirão do Mosquito, localizados sub-bacia do ribeirão do Mosquito, e nas cabeceiras do ribeirão do Pinhão e do riacho dos Pinheiros, localizados na sub-bacia do rio Santo Antônio; em Ritápolis, os bairros Carioca e Dutra lançam parte do esgoto não tratado em afluente da margem direita do córrego da Carioca, afluente da margem direita do rio Santo Antônio. Tal fato se evidencia, conforme análises das águas realizadas entre abril de 2012 e fevereiro de 2013 (Anexo), pelos elevados percentuais de incidência da bactéria *Escherichia coli* e de fósforo total, especialmente na estação seca.

Segundo, as águas da bacia do rio Santo Antônio possuem regular capacidade de autodepuração da carga orgânica proveniente dos esgotos sanitários, uma vez os

parâmetros DBO e Oxigênio Dissolvido variaram entre as classes 1, 2 e 3 ao longo do ano hidrológico. A maioria das análises indicou a DBO como classe 1 no período seco (abril/agosto), mas como classe 3 no período chuvoso (novembro e fevereiro). Quanto ao parâmetro Oxigênio Dissolvido, esse ficou como classe 2 em agosto e fevereiro, mas como classe 3 no período seco (abril) e em novembro, esse para os pontos 4 e 5, localizados mais à jusante na bacia. Assim, tal fato indica que o conteúdo de matéria orgânica nas águas estava maior no período chuvoso, o que demandou mais oxigênio (DBO) para sua estabilização, mas o nível de oxigênio na água foi satisfatório. Já no período seco, os níveis de oxigenação das águas não estavam satisfatórios, em especial nos baixos cursos do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito. Destaca-se que não existem indústrias na bacia do rio Santo Antônio, o que difere a da bacia do rio das Mortes.

Terceiro, as cargas difusas provenientes de erosão hídrica, mineração e atividade agropecuária são significativas na bacia do rio Santo Antônio. Ao longo das margens dos cursos d'água, principalmente do leito principal do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito, é visível pontos onde os barrancos das margens estão sem cobertura vegetal e erodidos. Esse tipo de erosão se agrava no período chuvoso, devido ao aumento da vazão do rio. Ressalta-se que, os diversos processos erosivos existentes ao longo da bacia, especialmente as voçorocas, são provavelmente os mais importantes contribuintes para o aumento do aporte de sedimentos para a calha dos cursos d'água.

As atividades minerárias mais significativas estão próximas ao Povoado do Penedo com extração de manganês, na divisa entre os municípios de Resende Costa e Ritópolis. Merecem destaque ainda as extrações de areia no leito e margem de vários cursos d'água e as extrações de pedra para construção (ganisses). As áreas abandonadas pela mineração, os passivos ambientais, também devem ser mencionadas entre as causas das cargas difusas, a exemplo de antigas áreas de extração de cassiterita, no local denominado de Barro Vermelho, localizado entre as cabeceiras do córrego do Retiro e do córrego Barro Vermelho, esse afluente do córrego Rochedo.

Em relação às atividades agropecuárias, as práticas extensivas e não preservacionistas contribuem para aumentar o carreamento de sedimentos para os leitos dos corpos d'água, principalmente com a formação de extensas áreas de pastagens degradadas. Assim, o significativo aporte de sedimentos para os cursos d'água da bacia do rio Santo Antônio fica evidente pelos elevados percentuais de incidência do parâmetro

sólidos dissolvidos totais, especialmente na estação chuvosa, conforme evidenciado pelas análises de água.

Para avaliação da qualidade das águas na bacia do rio Santo Antônio foram feitas análises das nove variáveis utilizadas no cálculo do IQA em seis pontos de coleta (Anexo e Mapa 13). Os resultados das análises foram comparados com os parâmetros de classe 2, uma vez que enquanto não aprovados os enquadramentos, as águas doces serão classificadas como tal (MINAS GERAIS, 2008). Destaca-se que esse é o caso da UPGRH GD2, a proposta de enquadramento dos cursos d'água ainda estava em fase de apreciação pelo CBH.

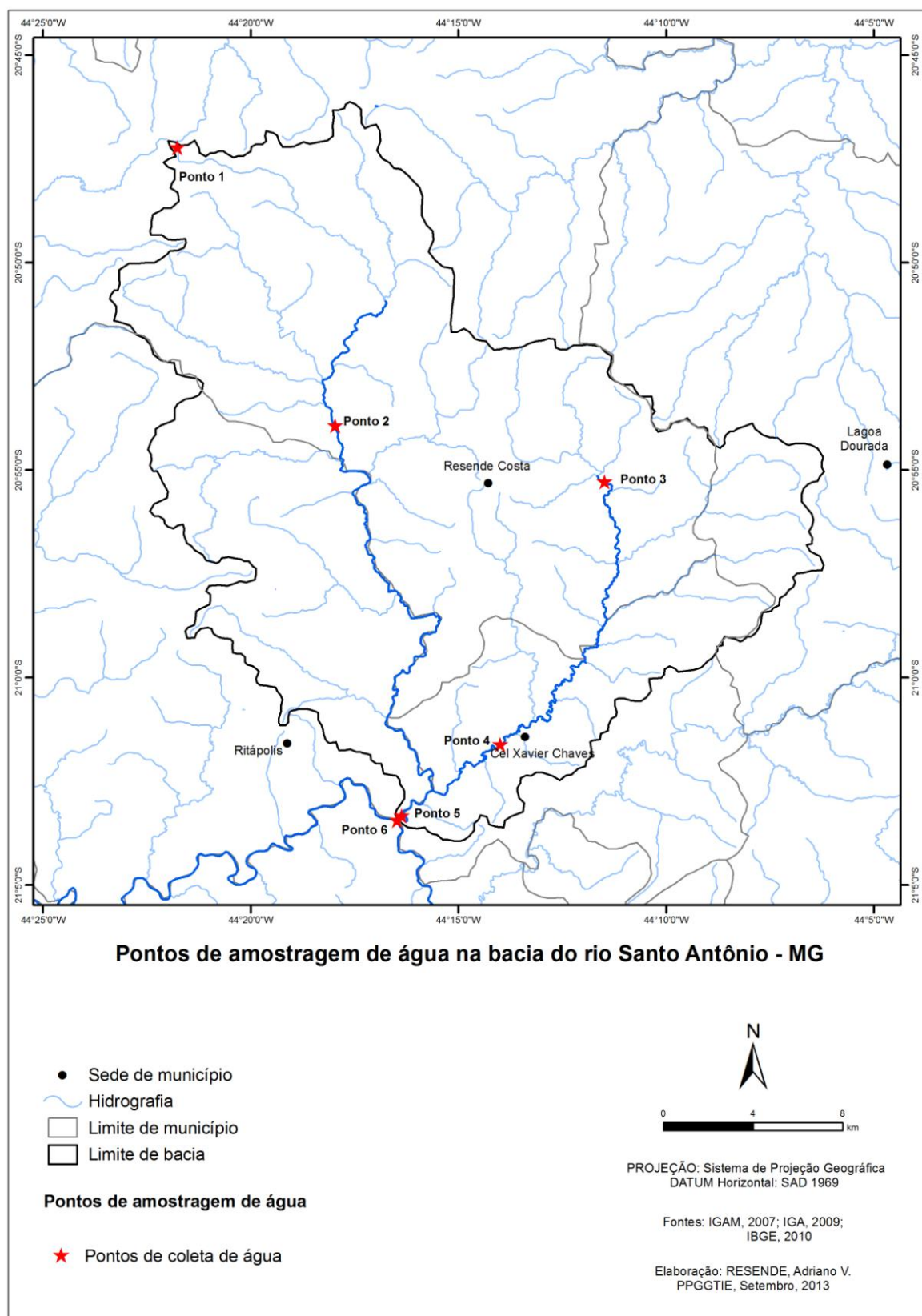
Em uma visão geral, nem todos os resultados atenderam aos padrões de qualidade da classe 2, uma vez que vários parâmetros estavam como classes 3 ou 4. A exceção foi o primeiro ponto de coleta, em uma nascente, onde apenas um parâmetro ficou como classe 3. A seguir é classificado cada ponto de coleta segundo as variáveis do IQA.

Para o ponto 1, localizado nas cabeceiras do córrego Bertânia, afluente ribeirão de Baixo, todas as quatro análises foram compatíveis com a classe 1. As exceções foram para classe 2: OD em agosto, novembro e fevereiro, e para classe 3: OD em abril.

Para o ponto 2, localizado no rio Santo Antônio à jusante do deságue do ribeirão dos Pintos, os resultados ficaram distribuídos entre as quatro classes. Para classe 1, foram compatíveis os seguintes parâmetros: DBO em abril e agosto; *Escherichia coli* em agosto; turbidez em abril e agosto. Para classe 2 foram: fosfato total em agosto, novembro e fevereiro; nitrato em abril, agosto, novembro e fevereiro; turbidez em fevereiro; OD em agosto, novembro e fevereiro; sólidos dissolvidos totais em abril e agosto. Para classe 3 foram: DBO em novembro e fevereiro; *Escherichia coli* em fevereiro; fosfato total em abril; OD em abril. Para classe 4 foram: *Escherichia coli* em abril e novembro; sólidos dissolvidos totais em novembro e fevereiro; turbidez em novembro.

Para o ponto 3, localizado no ribeirão do Mosquito à jusante do deságue do córrego Barracão, os resultados ficaram distribuídos entre as quatro classes. Para classe 1 foram compatíveis os seguintes parâmetros: DBO em abril e agosto; *Escherichia coli* em abril; turbidez em fevereiro, agosto, novembro e fevereiro. Para classe 2 foram: fosfato total em agosto, novembro e fevereiro; nitrato em abril, agosto, novembro e fevereiro; OD em agosto, novembro e fevereiro; sólidos dissolvidos totais em abril, agosto e novembro. Para classe 3 foram: DBO em novembro e fevereiro; *Escherichia coli* em agosto, novembro e

Mapa 13 – Pontos de amostragem de água na bacia do rio Santo Antônio



fevereiro; OD em abril. Para classe 4 foram: fosfato total em abril; sólidos dissolvidos totais em fevereiro.

Para o ponto 4, localizado no ribeirão do Mosquito à jusante da cidade de Coronel Xavier Chaves, os resultados ficaram distribuídos entre as quatro classes. Para classe 1 foram compatíveis os seguintes parâmetros: DBO em abril, agosto e fevereiro; turbidez em fevereiro, agosto, novembro e fevereiro. Para classe 2 foram: *Escherichia coli* em agosto; fosfato total em agosto, novembro e fevereiro; nitrato em abril, agosto, novembro e fevereiro; OD em agosto e fevereiro; sólidos dissolvidos totais em abril e agosto. Para classe 3 foram: DBO em novembro; *Escherichia coli* em fevereiro; OD em abril e novembro. Para classe 4 foram: *Escherichia coli* em abril e novembro; fosfato total em abril; sólidos dissolvidos totais em novembro e fevereiro.

Para o ponto 5, localizado rio Santo Antônio à montante de sua foz no rio das Mortes, os resultados também ficaram distribuídos entre as quatro classes. Para classe 1 foram compatíveis os seguintes parâmetros: DBO em abril e agosto; *Escherichia coli* em agosto; turbidez em fevereiro e agosto. Para classe 2 foram: DBO em fevereiro; fosfato total em agosto, novembro e fevereiro; nitrato em abril, agosto, novembro e fevereiro; OD em agosto e fevereiro; sólidos dissolvidos totais em agosto; turbidez em novembro e fevereiro. Para classe 3 foram: DBO em novembro; *Escherichia coli* em novembro; OD em abril e novembro. Para classe 4 foram: *Escherichia coli* em abril e novembro; fosfato total em abril; sólidos dissolvidos totais em abril, novembro e fevereiro.

Destaca-se que no mês de novembro foi realizada uma análise no rio das Mortes, o ponto 6, imediatamente à montante do encontro com as águas do rio Santo Antônio. Quanto à classificação do rio das Mortes, estava em classe 1 o parâmetro turbidez; em classe 2: fosfato total e nitratos; em classe 3: DBO e OD; e em classe 4: *Escherichia coli* e sólidos dissolvidos totais. Destaca-se que se comparadas as análises dos pontos 5 e 6, os parâmetros em que o rio das Mortes estava com qualidade pior que os do rio Santo Antônio foram: *Escherichia coli* e nitratos. Já o rio Santo Antônio estava com suas águas em pior qualidade nos seguintes parâmetros: DBO, OD, sólidos totais e turbidez. Portanto, as águas do rio Santo Antônio estavam com qualidade inferior à do rio das Mortes para a maioria dos parâmetros analisados em novembro de 2012.

Com relação ao parâmetro temperatura, destaca-se que todos os corpos d'água apresentam pequenas variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. Para

a bacia do rio Santo Antônio, as temperaturas das águas nos pontos de coleta variaram entre 17° e 26°C. As temperaturas mais altas foram verificadas em novembro e as mais baixas em agosto. As diferenças de temperatura entre a nascente no córrego Bertânia e os outros pontos de coleta foram de 3°C no outono (abril), 2°C no inverno (agosto), 6°C na primavera (novembro) e em 3°C no verão (fevereiro). Duas informações merecem destaque. Primeiro, a principal causa antrópica de alteração da temperatura dos cursos d'água é o lançamento de efluentes com altas temperaturas (BRASIL, 2005), principalmente por indústrias, o que não é o caso da bacia do rio Santo Antônio. Segundo, quanto à classificação dos cursos d'água, não há especificação para o parâmetro temperatura (MINAS GERAIS, 2008).

Principais captações e Outorgas

Os principais usos consuntivos na bacia do rio Santo Antônio estão relacionados com abastecimento público das sedes municipais e dos aglomerados rurais, consumo humano e dessedentação de animais. Os usos industriais e agroindustriais se restringem a pequenas unidades de laticínios e alambiques. A mineração, especialmente na região do povoado do Penedo em Ritápolis, não faz uso da água para o beneficiamento do minério e não existem projetos irrigados na área de estudo. As lavouras mais expressivas, de cana e de milho, são a seco e a produção, em grande parte, é para o próprio consumo nas fazendas. As plantações comerciais, de café, nas regiões da Restinga de Cima e Floresta, e de eucalipto, dispersas pela bacia, também não fazem uso de irrigação.

Com relação aos usos não consuntivos na área de estudo destacam-se a piscicultura, o turismo/paisagismo/recreação e o lançamento de efluentes nos cursos d'água. A atividade de piscicultura é constituída por pequenos tanques escavados e barramentos em cursos d'água particulares e estruturas do tipo pesque-pague. O turismo é representado por cachoeiras de acesso público, principalmente na sub-bacia do rio Santo Antônio, dentre as mais visitadas: cachoeira dos Pintos no ribeirão dos Marianos e cachoeira do Penedo no rio Santo Antônio. O lançamento de esgoto doméstico em curso d'água, normalmente sem nenhum tipo de tratamento, é comum em toda a bacia. Como não existem indústrias, as sedes urbanas e os aglomerados rurais são os principais responsáveis pela geração de efluentes líquidos.

Não há geração de energia hidrelétrica na área de estudo, uma vez que a construção de Usina Hidrelétrica – UHE ou até mesmo de Pequena Central Hidrelétrica – PCH requer a existência de grandes desníveis nos cursos d'água, além de significativa vazão (Q_{MLT} – Vazão média de longo termo). Pela análise do perfil longitudinal (item 3.4.3. Análise morfométrica da bacia do rio Santo Antônio) do rio Santo Antônio percebe-se que não há, nos trechos médios e finais, variações de níveis que justifiquem a construção de estruturas para geração energia. Destaca-se que em alguns afluentes do rio Santo Antônio, onde existem cachoeiras, há possibilidade de se operar Centrais Geradoras Hidrelétricas – CGH, o que dependeria de uma avaliação mais detalhada da vazão (Q_{MLT}) local.

No âmbito da "Campanha de Regularização do Uso dos Recursos Hídricos em Minas Gerais – Água: faça o uso legal", realizada pelo IGAM no período de 2007/2009, identificou-se que mais de 90% dos usuários cadastrados na UPGRH GD2 são para as finalidades de consumo humano e dessedentação de animais (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012). Ressalta-se que os objetivos da campanha foram levantar dados sobre os usos dos recursos hídricos no Estado, informar e facilitar o acesso aos meios de regularização do uso da água, além de regularizar temporariamente os usuários cadastrados, isto é, quem fez o cadastro está temporariamente regularizado até ser convocado para a efetiva regularização: obtenção da Outorga ou Certidão de Uso Insignificante (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2013b).

Outorga é um ato administrativo no qual o Estado, através do IGAM, ou a União, por meio da ANA, faculta ao outorgado o direito de uso do recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato, consideradas as legislações específicas vigentes. Destaca-se que a Outorga não implica alienação total ou parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de uso (BRASIL, 2001). Assim, Outorga é um instrumento que garante o controle quantitativo e qualitativo do uso do recurso hídrico, especificando o local, a fonte de captação, a finalidade do uso e as condições de utilização: vazão, horas, período de captação e condicionantes. Ressalta-se que a emissão das regularizações para intervenção em recurso hídrico, as Outorgas, no Estado de Minas Gerais atualmente são atribuições das Superintendências Regionais de Regularização Ambiental – SUPRAMs (MINAS GERAIS, 2011).

Na área da UPGRH GD2, em 2011, para água superficial, foram identificados 133 usuários outorgados e uma vazão total outorgada de 2,17 m³/s. Dessas, 120 Portarias foram

emitidas pelo IGAM e 13 Resoluções pela ANA. Com relação às finalidades de uso, 47,63% da vazão outorgada era para consumo industrial, 33,02% para irrigação, 18,62% para consumo humano (inclui-se aqui também o abastecimento público) e 0,74% para dessedentação de animais. Na sub-bacia do Médio Rio das Mortes foram identificadas 6 Outorgas, com vazão total outorgada de 0,14 m³/s, correspondendo a 6,5% da vazão outorgada na UPGRH GD2. Em relação às finalidades de uso, destacavam-se a irrigação no município de Ritópolis, consumindo 0,103 m³/s; o consumo industrial em São João del Rei, consumindo 0,013 m³/s; e o consumo humano em Resende Costa, consumindo 0,025 m³/s. (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

A autorização para exploração de água subterrânea é faculdade somente do Estado, portanto, de responsabilidade do IGAM e das SUPRAMs. Com relação às captações, em 2011, foram identificados 168 usuários outorgados e uma vazão total de 0,416 m³/s na UPGRH GD2. Sobre as finalidades de uso, 70,3% da vazão outorgada era para consumo humano, 22,7% para consumo industrial, 4,6% para dessedentação de animais e 2,4% para irrigação. Na sub-bacia do Médio Rio das Mortes foram identificadas 19 Outorgas, com vazão total outorgada de 0,054 m³/s, correspondendo a 12,9% da vazão outorgada na UPGRH GD2. Com relação às finalidades de uso, a demanda para consumo humano representava 51,8% da vazão outorgada, e o consumo industrial 48,2%. Apenas dois municípios da área de estudo possuíam exploração subterrânea outorgada: Coronel Xavier Chaves, finalidade de consumo humano, e Lagoa Dourada, finalidades de consumos humano e industrial (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

Na área da bacia do rio Santo Antônio, em consulta realizada no site da SEMAD (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2013), para água superficial, foram identificadas 6 Portarias de Outorga, sendo 2 consuntivas e 4 não consuntivas. Das Portarias consuntivas, uma é para abastecimento público de Resende Costa, vazão total outorgada de 0,025 m³/s, e a outra pra consumo industrial (mineração), vazão outorgada de 0,0014 m³/s. Dos usos não consuntivos, todas as 4 são para dragagem em curso d'água para fins de extração mineral de areia. Há ainda dois processos em análise técnica na SUPRAM Sul de Minas, um para captação em curso d'água, finalidade de consumo industrial (mineração), vazão solicitada de 0,033 m³/s; outro para dragagem em curso d'água para extração mineral. Foram verificadas três Portarias vencidas: duas captações em curso d'água, para as finalidades de

aquicultura e consumo humano; e uma captação em barramento com finalidade de paisagismo/recreação.

Para água subterrânea, foram identificadas 2 Portarias de Outorga, sendo uma para abastecimento público da comunidade Água Limpa, vazão explorada de 2,8 m³/h e outra para consumo industrial (manutenção de trilhos da Ferrovia do Aço), vazão de 6,4 m³/h. Cabe destacar que, segundo informações da COPASA os 4 poços utilizados no abastecimento público da sede de Coronel Xavier Chaves estão outorgados pela Portaria 249/1998. No entanto, tal informação não foi encontrada no site da SEMAD (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2013). Foram identificados ainda 4 Autorizações para Perfuração de poços. Duas são no povoado de Cachoeira, uma no povoado Restinga de Cima e outra no povoado do Glória. Todas as quatro perfurações foram solicitadas pela COPASA. Ressalta-se que após a obtenção das Autorizações para Perfuração do poço é preciso regularizar ambientalmente a exploração de água por meio de formalização de pleito de Outorga junto à SUPRAM, o que não aconteceu.

Para regularização ambiental de pequenas intervenções em recurso hídrico é necessário obter uma Certidão de Uso Insignificante junto à SUPRAM (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2013). Na área da bacia do rio Santo Antônio foram identificadas 10 Certidões vigentes, sendo uma não consuntiva. Não foram verificadas Certidões com prazo de validade vencido. Dessas, 6 eram para captação superficial em corpo d'água: 4 captações em corpo d'água e 2 para captação em barramento (represas). Sobre as finalidades, 4 eram para consumo industrial (mineração) e 2 para dessedentação animal. Das 3 captações subterrâneas, um era para consumo humano, uma para consumo humano e agroindustrial (beneficiamento de produtos agrícolas) e outra para consumo humano e industrial (laticínio). A Certidão não consuntiva era para barramento sem captação.

Destaca-se que, pelas informações obtidas junto à SEMAD (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2013) e analisadas anteriormente, há necessidade de se efetivar a regularização dos usuários cadastrados no âmbito da "Campanha de Regularização do Uso dos Recursos Hídricos em Minas Gerais – Água: faça o uso legal", realizada pelo IGAM no período de 2007/2009, uma vez que o número de Certidões de Uso Insignificante emitidas e de Portarias de

Outorga publicadas são significativamente inferiores aos usos verificados nas visitas a campo.

3.4.3. *Análise morfométrica da bacia do rio Santo Antônio*

O padrão da rede de drenagem do rio Santo Antônio é dendrítico (MOREIRA et al., 2003). Esse tipo de drenagem é derivado da interação clima-geologia e é típica de regiões onde predomina rocha de resistência uniforme (LIMA, 2008). Entretanto, no trecho médio do rio Santo Antônio a rede de drenagem tende para o padrão paralelo (Mapa 6), o que geralmente ocorre em regiões com vertentes de acentuada declividade, ou onde existam controles estruturais que favorecem a formação de correntes fluviais paralelas (LIMA, 2008).

Em alguns trechos, o rio Santo Antônio e seus afluentes são controlados pelas direções estruturais predominantes NW e NE (MOREIRA et al., 2003). Por exemplo, os afluentes da margem direita do ribeirão da Restinga, os córregos Potreiro (último afluente da margem esquerda do ribeirão do Pinhão), Cachoeirinha, do Segredo (principal afluente do córrego Retiro) e da Carioca. Nos médio e baixo cursos do ribeirão do Mosquito a drenagem principal é controlada por uma zona de cisalhamento SW-NE, o que reflete-se também na morfologia regional e nas direções localmente impressas nas rochas (MOREIRA et al., 2003).

Moreira et al. (2003), em estudo sobre as redes de drenagem do rio Santo Antônio, apresentaram os seguintes parâmetros morfométricos: número e desnível médio dos canais de cada ordem, comprimento total e médio dos canais, área total e média das bacias das respectivas ordens e declividade média dos canais (Tabela 5).

Para a caracterização morfométrica da área de estudo foram estudadas separadamente as duas sub-bacias principais: a do próprio rio Santo Antônio e a do ribeirão do Mosquito. Esse curso d'água foi selecionado por ser o mais importante dentre os afluentes e por drenar uma significativa área: 201 km² dos 513 km² da bacia do rio Santo Antônio. Destaca-se que o pequeno trecho após a confluência do rio Santo Antônio com o ribeirão do Mosquito não foi considerado como parte de nenhuma das duas sub-bacias, mas foi considerado no cômputo do resultado final.

As variáveis morfométricas utilizadas no estudo foram: ordenação dos canais fluviais, densidade de drenagem – Dd, densidade de rios – Dr, energia ou amplitude do relevo – Hm e perfil longitudinal.

Tabela 5 – Dados morfométricos da rede de drenagem do rio Santo Antônio

Ordem	1	2	3	4	5	6	7
Variáveis							
<i>N_u - N. de canais</i>	3 050	803	189	42	9	2	1
<i>Y_u - Desnível médio (m.)</i>	39,29	27,92	25,19	34,57	41,33	56,00	5,00
<i>Comprimento total dos canais (m.)</i>	791.160	343.800	172.290	101.700	61.710	47.280	2.820
<i>L_u - Comprimento médio dos canais (m.)</i>	259,40	428,10	911,60	2.421,40	6.856,70	23.640,0	2.820,00
<i>Área das bacias (ha)</i>	23.320	35.723	43.130	47.580	49.640	51.663	51.805
<i>Ad_u - Área média das bacias (ha)</i>	7,64	44,48	228,20	1.132,85	5.515,55	25. 831,5	51. 805,0
<i>S_u - Declividade média (0/00)</i>	50	65	27	14	6	2	1

Fonte: MOREIRA et al. (2003)

Ordenação dos canais fluviais

A análise morfométrica da bacia do rio Santo Antônio se iniciou pela ordenação dos canais fluviais, seguindo o sistema proposto por Horton-Strahler (HUBP, 1988, PRIOSTE, 2007, LIMA, 2008), com a finalidade de estabelecer a hierarquia fluvial. Destaca-se que foram ordenados separadamente os canais das sub-bacias do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito e das microbacias mais significativas: ribeirões de Cima, de Baixo, dos Marianos, dos Pintos, córrego Curtume, ribeirões da Restinga, do Pinhão, córregos Cachoeirinha, Retiro e da Carioca pertencentes à primeira sub-bacia; e córregos do Tijuco, Barracão, do Mosquito, do Retiro, Floresta, Brumado, Rochedo, Correio, riacho dos Pinheiros e córrego Roça Grande pertencentes à segunda (Apêndice C e Mapa 6).

A magnitude hierárquica das duas sub-bacias é de 6ª ordem. Já o rio Santo Antônio é de 7ª ordem. Destaca-se que na sub-bacia do Santo Antônio somente o ribeirão Pinhão é de 5ª ordem, já na sub-bacia do ribeirão do Mosquito, apesar de ter uma área 34% menor, são dois cursos d'água de 5ª ordem: córregos Barracão e Floresta. Quando se compara as hierarquias de 4ª ordem, ambas sub-bacias possuem cinco cursos d'água com essa magnitude. Na primeira, nomeados de montante para jusante, são: ribeirões de Baixo, dos Marianos, da Restinga e córregos Retiro e da Carioca. Na segunda são: córregos Brumado, Rochedo, riacho dos Pinheiros, córregos do Sapateiro e da Água Limpa.

Em relação aos afluentes diretos de 3ª ordem, a sub-bacia do rio Santo Antônio possui dez afluentes; nomeados de montante para jusante: ribeirão de Cima, um fluente sem denominação, córrego da Vargem, ribeirão dos Pintos, córregos Curtume, Cachoeirinha, do Vau, outro um fluente sem denominação, córregos do Patrimônio e Cambuia. Já a sub-bacia do ribeirão do Mosquito possui oito: córregos do Mosquito, do Retiro, um fluente sem denominação, córregos Correio, Pasto dos Bois, Cachoeira, do Retiro (esse é um pequeno afluente da margem esquerda, localizado à montante da cidade de Coronel Xavier Chaves) e Roça Grande. O pequeno trecho após a confluência do rio Santo Antônio com o ribeirão do Mosquito possui ainda, pela margem esquerda, um afluente de 3ª ordem: córrego da Canela.

A sub-bacia do rio Santo Antônio possui 146 canais de 2ª ordem e a sub-bacia do ribeirão do Mosquito 189. Com relação aos canais de 1ª ordem, são 580 canais na primeira e 782 na segunda. Assim, verifica-se que a sub-bacia do ribeirão do Mosquito possui mais nascentes, considerando que cada canal de 1ª ordem é uma nascente, assim como uma maior rede de drenagem, o que fica evidente nos cálculos da densidade de drenagem – Dd e densidade de rios – Dr apresentados a seguir.

Densidade de drenagem e densidade de rios

A densidade de drenagem – Dd, ou densidade da rede de canais, é calculada pela seguinte fórmula: $Dd = L/A$, na qual L é o comprimento total de todos os canais (km) e A é a área da bacia hidrográfica (km²) (HORTON, 1945 apud LIMA, 2008). Quanto à classificação da Dd, segundo Sthraler (1957, apud LIMA, 2008), as bacias podem ter: baixa Dd (5,0 km/km²), média Dd (5,0 a 13,5 km/km²), alta Dd (13,5 a 155,5 km/km²) e

muito alta Dd ($> 155,5 \text{ km/km}^2$). Villela & Mattos (1975 apud PRIOSTE, 2007), com valores mais adaptados à realidade brasileira, afirmam que índices de Dd em torno de $0,5 \text{ km/km}^2$ indicam uma drenagem pobre e que índices superiores a $3,5 \text{ km/km}^2$ indicam bacias excepcionalmente bem drenadas. Os mesmos índices são encontrados também em Carvalho e Silva (2006), que indicaram a seguinte classificação:

Bacias com drenagem pobre $\rightarrow Dd < 0,5 \text{ km/km}^2$

Bacias com drenagem regular $\rightarrow 0,5 \leq Dd < 1,5 \text{ km/km}^2$

Bacias com drenagem boa $\rightarrow 1,5 \leq Dd < 2,5 \text{ km/km}^2$

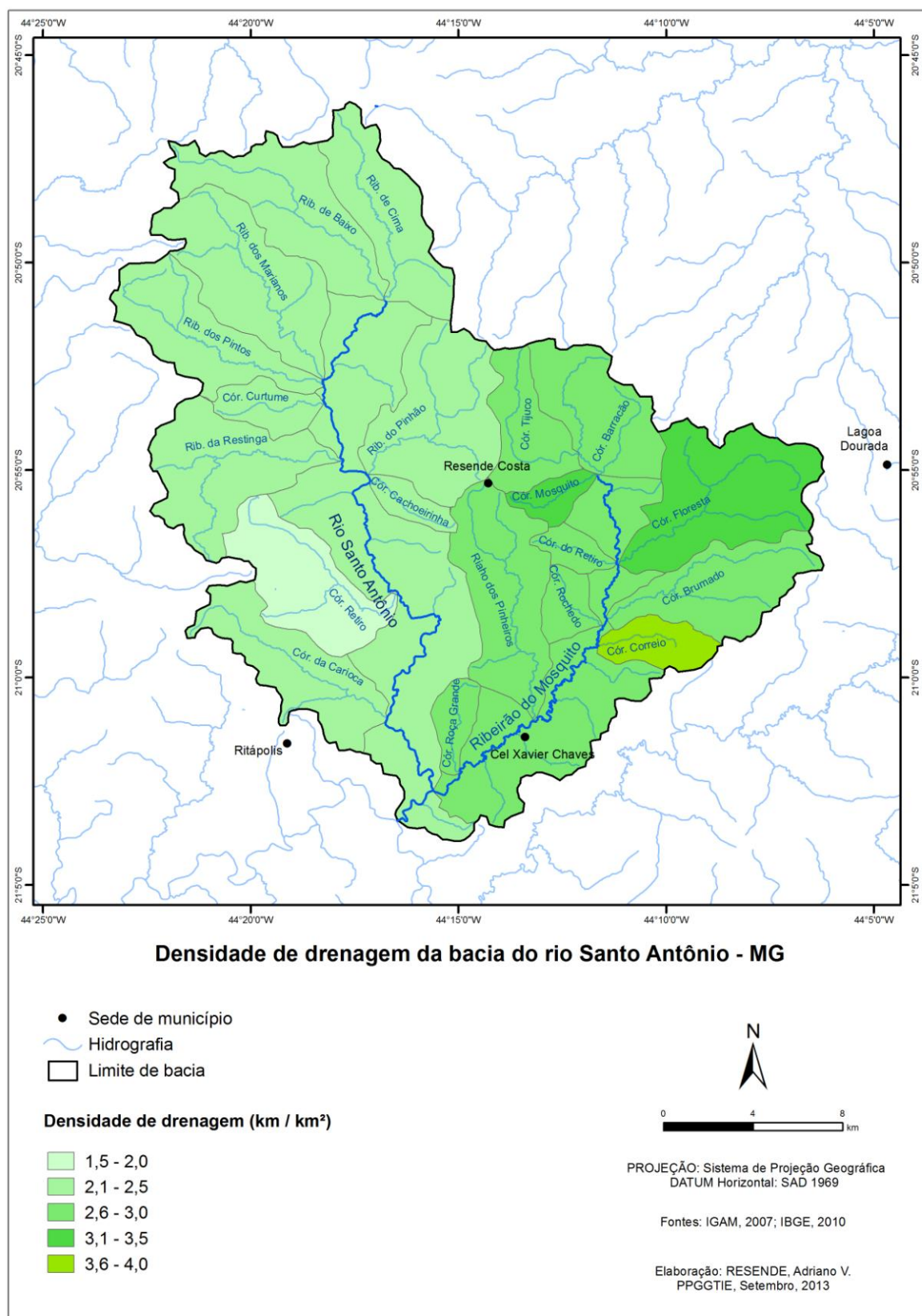
Bacias com drenagem muito boa $\rightarrow 2,5 \leq Dd < 3,5 \text{ km/km}^2$

Bacias excepcionalmente bem drenadas $\rightarrow Dd \geq 3,5 \text{ km/km}^2$

Garbossa (2003) estudando a bacia do rio Tagaçaba, município de Guaraqueçaba no Estado do Paraná, encontrou uma Dd média de $1,8 \text{ km/km}^2$. O rio tem uma magnitude hierárquica corresponde a uma bacia de 6ª ordem e uma área de drenagem de $291,62 \text{ km}^2$. Canali; Oka-Fiori e Guedes (1998 apud GARBOSSA, 2003) ao estudarem 29 bacias afluentes da Baía de Paranaguá, também no Paraná, encontraram valores de Dd entre $1,56$ e $2,72 \text{ km/km}^2$. Para a bacia hidrográfica do rio Aguapeí, com área de 1.881 km^2 , localizada no sudoeste do Estado de Mato Grosso, Ritela e Souza (2008) encontraram para as sub-bacias valores de Dd que variaram entre $0,56$ a $0,92 \text{ km/km}^2$. Silva (2006) analisando a sub-bacia do ribeirão Marcela, afluente do córrego Jaguará, que deságua diretamente no reservatório da UHE de Camargos, localizado no município de São João del Rei e portanto na UPGRH DG1, encontrou uma Dd de $1,8 \text{ km/km}^2$ em uma área de drenagem de $4,78 \text{ km}^2$.

Para a área de estudo, foi calculada a Dd na bacia do rio Santo Antônio, nas sub-bacias do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito e em suas respectivas microbacias (Apêndice D e Mapa 14). A bacia do rio Santo Antônio, segundo a classificação proposta por Carvalho e Silva (2006), possui muito boa densidade de drenagem, tendo uma Dd média de $2,51 \text{ km/km}^2$. Se analisadas separadamente, a sub-bacia do rio Santo Antônio possui boa densidade de drenagem, Dd média de $2,24 \text{ km/km}^2$, variando entre o mínimo de $1,88 \text{ km/km}^2$ no córrego Retiro e o máximo de $2,49 \text{ km/km}^2$ no córrego da Carioca. Na sub-bacia do ribeirão do Mosquito a Dd é muito boa, Dd média de $2,92 \text{ km/km}^2$, variando entre o mínimo de $2,54 \text{ km/km}^2$ e $2,55 \text{ km/km}^2$ nos córregos Rochedo e Roça Grande e o

Mapa 14 – Densidade de drenagem da bacia do rio Santo Antônio



máximo de 3,65 km/km² no córrego Correio. Portanto, se comparada com a literatura, a área de estudo possui significativa rede de drenagem. O destaque é para a microbacia do córrego Correio, com Dd acima de 3,50 km/km², sendo classificada como área excepcionalmente bem drenada.

Os valores da Dd são reflexos do clima, do solo, da topografia e da cobertura vegetal. O clima a afeta direta e indiretamente de maneira significativa por meio da disponibilidade da precipitação. Quando as condições climáticas são semelhantes a permeabilidade serve de ferramenta para explicar muitos casos na variação espacial da Dd. Isto é, o tipo de rocha passa a ser responsável por detalhes no padrão de distribuição espacial dos valores de Dd (Park, 1977 apud GARBOSSA, 2003).

Como o clima é o mesmo para as duas sub-bacias, pode-se perceber, de maneira geral, que há influência da litologia na distribuição da rede de drenagem, o que se evidencia também no entorno da área de estudo (Mapas 2 e 6). Assim, a sub-bacia do ribeirão do Mosquito, que possui uma maior densidade de drenagem, está em sua maior parte sobre o Grupo Nova Lima (litologia: rochas metabásicas, metagrauvacas e xistos) e a sub-bacia do rio Santo Antônio, com menor densidade de drenagem, está na Suíte Alto Maranhão (litologia: granito, granodiorito, migmatito e tonalito).

Com relação à influência dos solos na distribuição da Dd, a sub-bacia do ribeirão do Mosquito, onde as Dd são maiores, está predominantemente sobre LATOSSOLOS e a sub-bacia do rio Santo Antônio sobre CAMBISSOLOS (Mapa 7). Como altas Dd podem ser relacionadas a transporte de elevadas taxas de sedimentos (GARBOSSA, 2003), pode-se inferir, *a priori*, que na primeira sub-bacia o transporte de sedimentos é mais acentuado do que na segunda.

Densidade de rios – Dr é a relação entre o número de rios ou curso d'água e a área da bacia hidrográfica (HORTON, 1945 apud RITELA; SOUZA, 2008). Em pesquisa na literatura, foram encontrados os seguintes valores para a Dr: na bacia do rio Tagaçaba a Dr foi calculada em 1,1 rios/km² (GARBOSSA, 2003); para bacias afluentes da Baía de Paranaguá foram encontrados valores entre 1,3 a 4,42 rios/km² (CANALI; OKA-FIORI; GUEDES, 1998 apud GARBOSSA, 2003); para a bacia hidrográfica do rio Aguapeí a Dr nas sub-bacias variou entre 0,08 a 0,20 canais/km² (RITELA E SOUZA, 2008); e para a sub-bacia do ribeirão Marcela, localizado na UPGRH DG1, ficou em 2,72 canais/km² (SILVA, 2006).

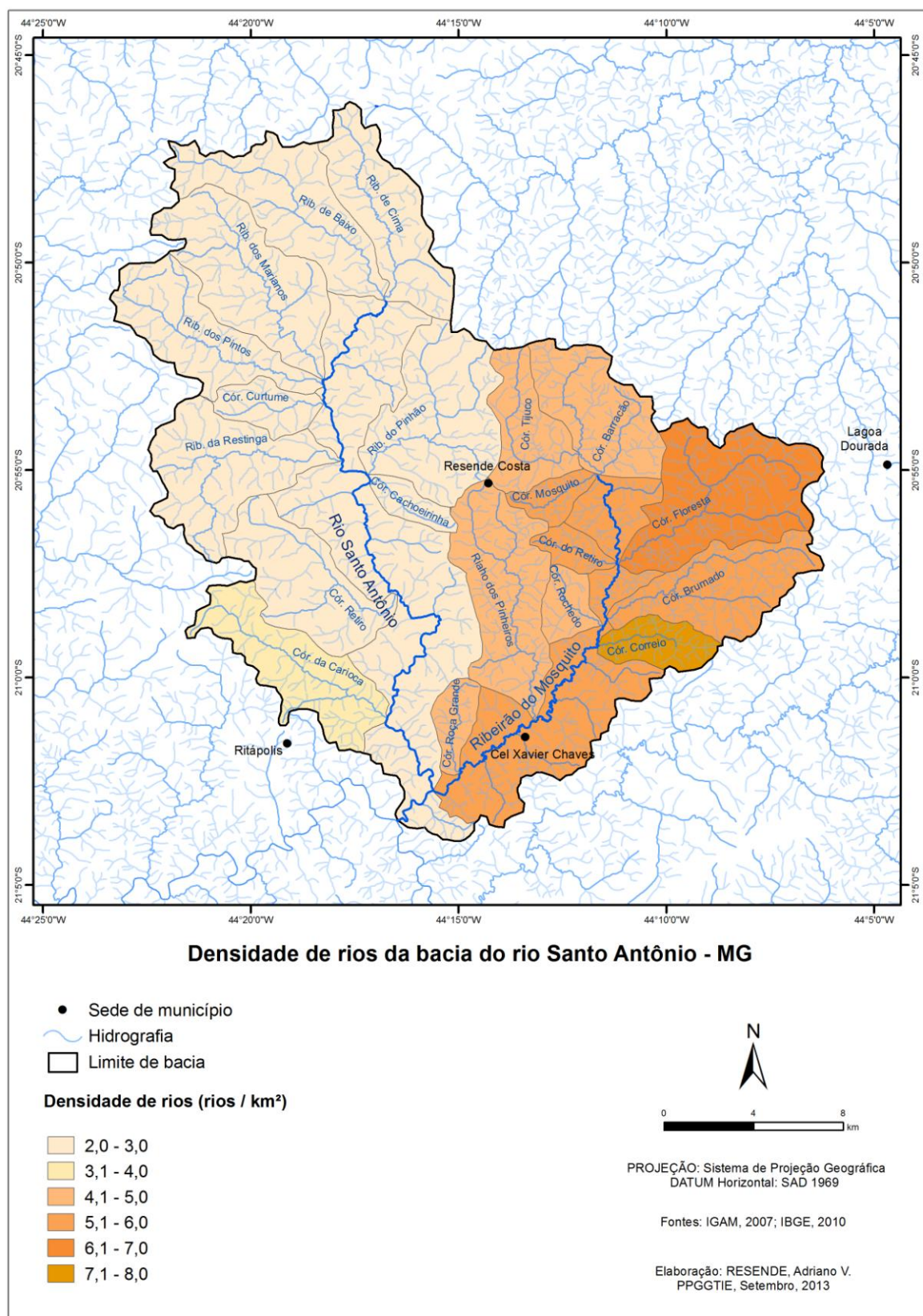
Com relação à área de estudo, a Dr foi calculada para a bacia do rio Santo Antônio, para as duas sub-bacias e suas respectivas microbacias (Apêndice E e Mapa 15). A Dr média da bacia é de 3,52 rios/km². Se analisadas separadamente, a sub-bacia do rio Santo Antônio possui metade da Dr da sub-bacia do ribeirão do Mosquito, respectivamente de 2,49 rios/km² e 5,07 rios/km². A Dr da primeira sub-bacia variou entre o mínimo de 2,00 rios/km² e 2,01 rios/km² nos córregos da Restinga e Retiro e o máximo de 3,20 rios/km² no córrego da Carioca. Na sub-bacia do ribeirão do Mosquito a Dr variou entre o mínimo de 4,00 rios/km² e 4,01 rios/km² nos córregos do Tijuco e Roça Grande e o máximo de 7,97 rios/km² no córrego Correio. Portanto, se comparada com a literatura, percebe-se que a área de estudo possui elevada densidade de rios.

A atuação fluvial está relacionada com o grau de dissecação topográfica da paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1981). Assim, pode-se relacionar o comportamento da rede fluvial, e, portanto, da Dd e da Dr, com a paisagem nas duas sub-bacias. Como na sub-bacia do ribeirão do Mosquito a Dd e a Dr são maiores, a paisagem é mais dissecada. Nas visitas a campo tal constatação ficou evidente, uma vez que a paisagem na sub-bacia do ribeirão do Mosquito se mostrou mais recortada e entalhada, ou seja, as vertentes são mais curtas entre cursos d'água.

Valores de Dd superiores ao de Dr denotam um acentuado controle estrutural na bacia, o que provoca um comprimento mais alongado, mas um menor número de canais (GARBOSSA, 2003). Na bacia do rio Santo Antônio foi verificado que apenas na microbacia do ribeirão da Restinga a Dd é superior à Dr, respectivamente: 2,18 km/km² e 2,0 rios/km². Já para o córrego Curtume os dois parâmetros morfométricos praticamente se equivalem: 2,40 km/km² e 2,41 rios/km². Quanto à média dos parâmetros, a sub-bacia do rio Santo Antônio possui uma Dd mais próxima da Dr: 2,24 km/km² e 2,49 rios/km². Na sub-bacia do ribeirão do Mosquito a variação é maior: 2,92 km/km² e 5,07 rios/km².

Pelos dados apresentados, pode-se inferir que na sub-bacia do rio Santo Antônio o controle estrutural é maior que na sub-bacia do ribeirão do Mosquito. Cabe ressaltar, segundo Moreira (1992), que a estrutura geológica regional, nas bordas do Cráton São Francisco, caracteriza-se por uma zona de extensos falhamentos lineares com predominância na direção NE-SW. Essas falhas afetam também a área de estudo. A autora elaborou, com base na interpretação de fotografias aéreas, mapa de lineamentos na bacia

Mapa 15 – Densidade de rios da bacia do rio Santo Antônio



do rio Santo Antônio, sendo identificadas suas diversas direções. Assim, ficou evidente que as falhas contribuem para a maior parte das direções desses lineamentos mapeados.

Energia ou amplitude do relevo ou amplitude altimétrica máxima da bacia

Energia do relevo ou amplitude do relevo ou amplitude altimétrica máxima da bacia – Hm é obtida pela diferença máxima medida entre os divisores de águas e os talwegues (HUBP, 1988, GARBOSSA, 2003, SILVA, 2006). Assim, foi calculada a amplitude do relevo para as sub-bacias do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito (Apêndice F e Mapa 16) e para as microbacias de seus principais curso d'água levando-se em conta a diferença máxima de altitude medida entre o divisor e a foz dos cursos d'água.

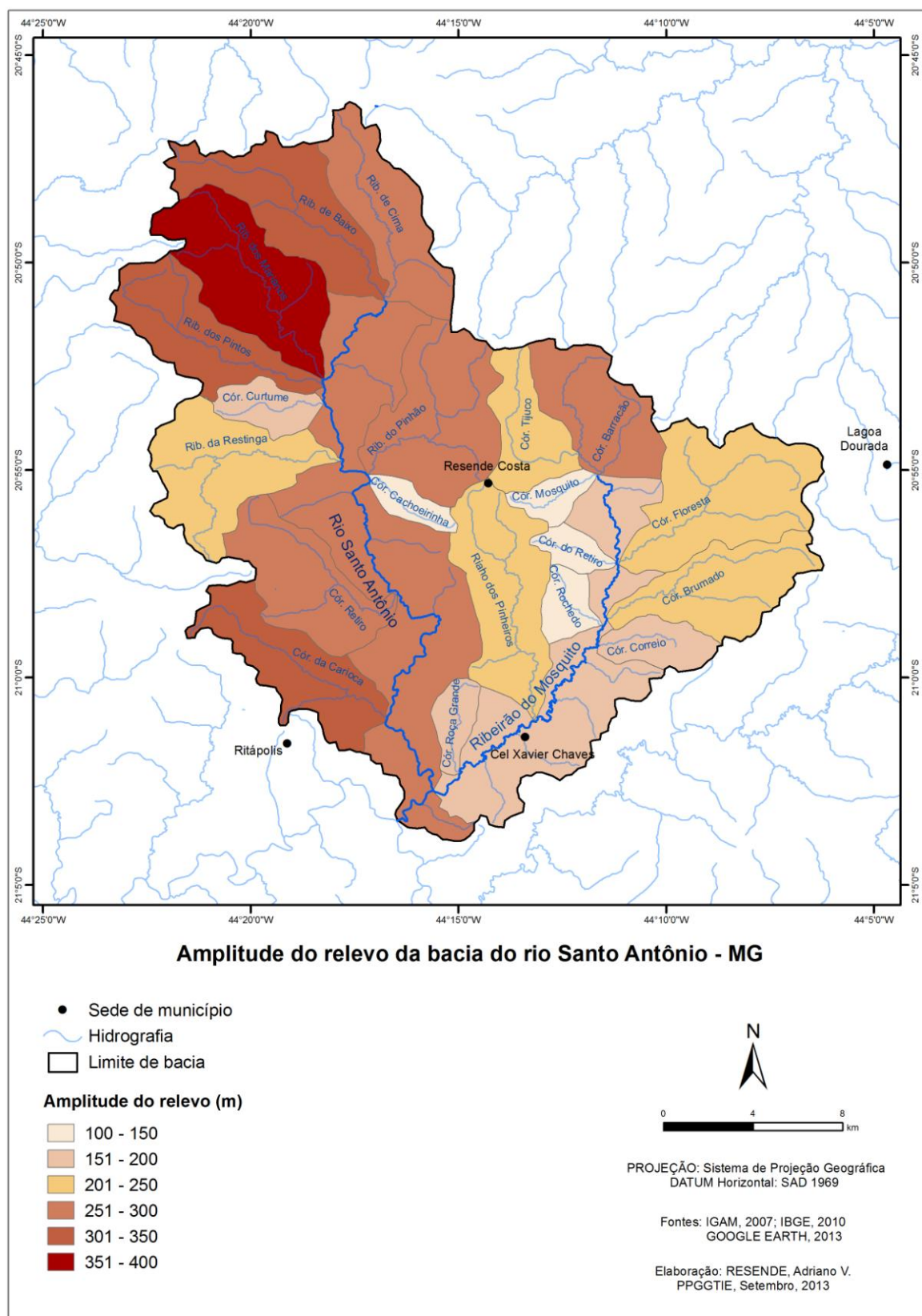
A bacia do rio Santo Antônio possui uma amplitude do relevo de 424 m, sendo a média das microbacias de 231,5 m. Se analisadas separadamente, a sub-bacia do rio Santo Antônio possui Hm de 415 m, variando entre o mínimo de 134 m no córrego Cachoeirinha e o máximo de 358 m no ribeirão dos Marianos. Na sub-bacia do ribeirão do Mosquito a Hm foi de 352 m, variando entre o mínimo de 129 m nos córregos do Retiro e do Mosquito e o máximo de 274 m no córrego Barracão. Se analisadas as médias de Hm nas duas sub-bacias, verifica-se que a amplitude do relevo média na primeira é 34% maior que na segunda, 265 m e 198 m respectivamente. Pelos dados apresentados, podemos inferir que a sub-bacia do rio Santo Antônio possui maior potencial erosivo ao longo de suas encostas.

Perfil longitudinal

Perfil longitudinal de um rio é uma representação gráfica que demonstra a variação de declividade entre a nascente e a foz, relacionando para os diversos pontos do curso fluvial a posição altimétrica e a distância da nascente. O perfil longitudinal é expresso numa curva obtida num gráfico cartesiano, no qual a ordenada corresponde à altitude, a abscissa à distância jusante e a tangente expressa o gradiente do canal no trecho estudado (MARTINEZ, 2005).

Moreira et al. (2003), comparando o perfil longitudinal observado com os perfis calculado e de equilíbrio do rio Santo Antônio (Figura 2), afirmam que o perfil do rio ainda não atingiu a fase de equilíbrio dinâmico, assim, há uma tendência à degradação e à

Mapa 16 – Amplitude do relevo da bacia do rio Santo Antônio

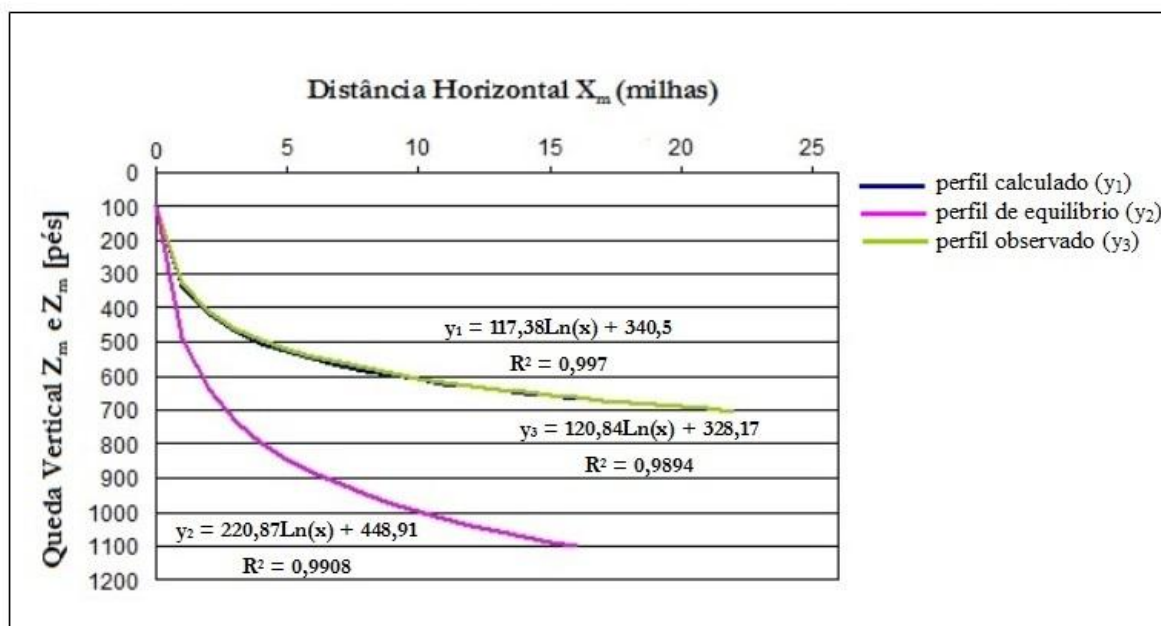


erosão acelerada na bacia. Segundo os autores:

O perfil de equilíbrio (do rio Santo Antônio), entretanto, está muito afastado do perfil calculado, indicando que o sistema fluvial analisado não atingiu a condição de equilíbrio dinâmico, pois a razão de queda na bacia do Santo Antônio é maior que a unidade. O perfil de equilíbrio, com a curvatura abaixo do perfil calculado, comprova a tendência já observada na bacia, que é a tendência à degradação, ou erosão acelerada. Em decorrência também da lei de queda dos rios e da distribuição da dispersão de energia potencial ao longo do curso do rio, observa-se que a concavidade da bacia é um fator determinante para a formação da rede de canais. Esta característica pode então explicar a tendência, na bacia em questão, da ocorrência elevada de voçorocas. No caso analisado, ocorreu um aumento na concavidade do perfil longitudinal, o que, de acordo com as leis de Yang (1971), provoca um aumento na razão de frequência (ou um aumento do número dos canais de ordem inferior) e uma diminuição na razão de comprimento (ou uma diminuição no comprimento dos canais de ordem inferior). As voçorocas podem se iniciar nas vertentes, conectando-se a qualquer ordem de drenagem, ou na cabeceira dos canais de ordem 1. No primeiro caso, o canal principal da voçoroca pode ser considerado um novo canal de ordem 1 e no segundo caso, a instalação de uma voçoroca apenas provoca a expansão de um canal de ordem 1. Na bacia do rio Santo Antônio, 70% das voçorocas contribuem para o aumento do número dos canais de ordem 1. Elas contribuem também para a redução do comprimento dos canais dessa mesma ordem uma vez que, após o seu início e conexão com um canal de ordem 1, o trecho do canal à jusante da conexão passa da ordem 1 para a ordem 2. (Moreira et al., 2003).

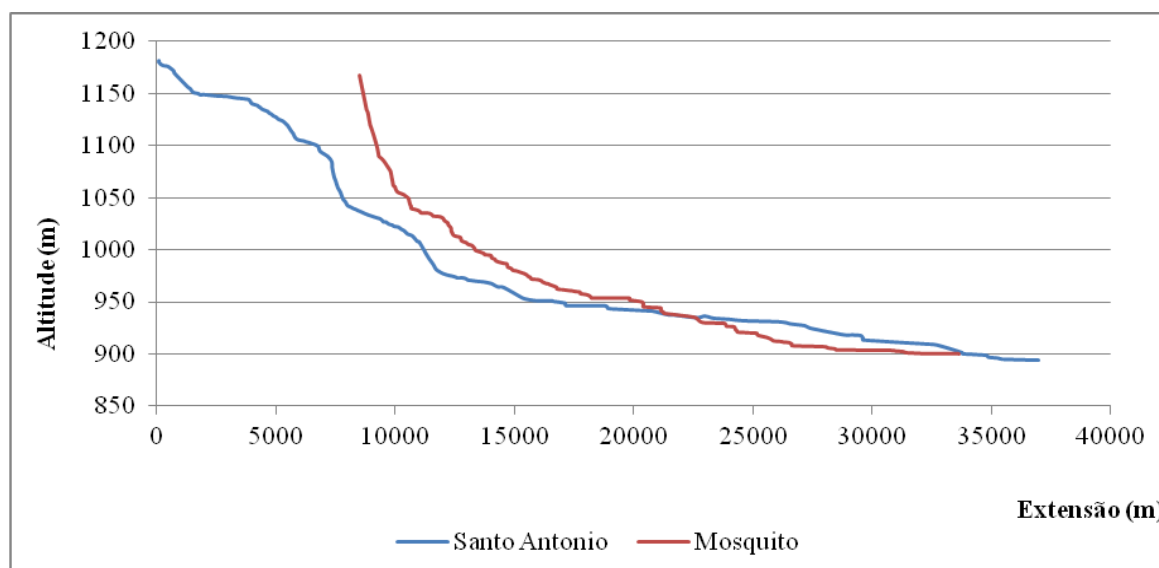
Foram calculados os perfis longitudinais do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito (Figura 3). Destacam-se duas questões quando da leitura desses perfis longitudinais. Primeiro, para indicação dos pontos mais altos nos perfis, que são as nascentes, foram selecionados afluentes de montante, uma vez que ambos (o rio Santo Antônio e o ribeirão do Mosquito) se formam a partir da convergência de dois cursos d'água menores (item 3.2.5. Hidrografia). Assim, na construção do perfil longitudinal do ribeirão do Mosquito foi selecionado o córrego do Tijuco, na microbacia do córrego Barracão, por ser o mais extenso dos afluentes de montante e por estar localizado na Serra das Vertentes, ponto mais alto da sub-bacia. Já para o rio Santo Antônio foi selecionado o ribeirão de Cima por também estar localizado na Serra das Vertentes, apesar dessa não ser o ponto mais alto da sub-bacia.

Figura 2 – Perfis longitudinais do rio Santo Antônio



Fonte: adaptado de MOREIRA et al (2003)

Figura 3 – Perfis longitudinais do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito



Fonte: imagens do satélite ASTER GDEM

Segundo, quando da elaboração dos perfis longitudinais não se calculou toda extensão dos dois cursos d'água, uma vez que não foram considerados os meandros localizados dentro de uma mesma faixa de altitude. Assim, nos perfis, as extensões do ribeirão do Mosquito e do rio Santo Antônio estão menores que na realidade. O ribeirão do

Mosquito, das nascentes no córrego do Tijuco até sua foz, percorre aproximadamente 35 km, estando representado no perfil longitudinal apenas 26 km. Já o rio Santo Antônio, das nascentes no ribeirão de Cima até sua foz, percorre aproximadamente 46 km, estando representado no perfil 37 km.

Analisando os perfis longitudinais do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito verifica-se que o perfil desse último está mais equilibrado que o do primeiro. Dessa forma, a linha do perfil do ribeirão do Mosquito, a partir do seu trecho inicial na Serra das Vertentes, apresenta menos convexidade que o do rio Santo Antônio, o que evidencia uma drenagem mais equilibrada. Destaca-se que, após sair da Serra das Vertentes, nas proximidades da confluência entre os córregos Barracão e Mosquito, o perfil do ribeirão do Mosquito tende ao equilíbrio dinâmico.

Já o perfil longitudinal do rio Santo Antônio, em seu trecho inicial na Serra das Vertentes e no começo de seu trecho médio, apresenta trechos bastante convexos, portanto, em estado maior de desequilíbrio. A partir do trecho médio do rio, nas proximidades da confluência com o ribeirão dos Marianos, a drenagem fica mais equilibrada, apesar de apresentar pequenas convexidades. Destaca-se que no trecho mais convexo do rio Santo Antônio ocorrem várias rupturas de declive, os chamados “*knickpoints*” ou soleiras, que são as popularmente conhecidas cachoeiras. Assim, os afloramentos graníticos e anfibiólitos condicionam as cachoeiras e corredeiras encontradas, principalmente, no alto curso do rio Santo Antônio (MOREIRA, 1992).

3.4.4. Áreas prioritárias para conservação da fauna e da flora

O Atlas para Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais foi uma iniciativa de planejamento regional para a conservação da biodiversidade (DRUMMOND et al, 2005), diante das propostas da Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB assinada pelo Brasil à época da ECO-92 (BRASIL, 2000). As informações contidas no Atlas são reconhecidas como instrumentos básicos para a formulação de políticas estaduais de conservação, uma vez que:

O conhecimento das áreas e ações prioritárias para a conservação do uso sustentável e para a repartição de benefícios da biodiversidade brasileira é um subsídio fundamental para a gestão ambiental. Diante da carência de

informações sobre como e o que preservar prioritariamente, um dos maiores desafios para os responsáveis pelas decisões é a definição de planos de ação para a conservação da biodiversidade. Nas últimas décadas, várias iniciativas levaram à identificação de prioridades mundiais para a conservação, considerando índices de diversidade biológica, grau de ameaça, ecorregiões, entre outros critérios.

[...]

A indicação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade se justifica devido à pequena disponibilidade de recursos, humanos e financeiros, frente à grande demanda para a conservação. Além disso, é necessário se trabalhar com métodos confiáveis e transparentes para a indicação de áreas e ações prioritárias para a conservação. (DRUMMOND et al, 2005, p. 17)

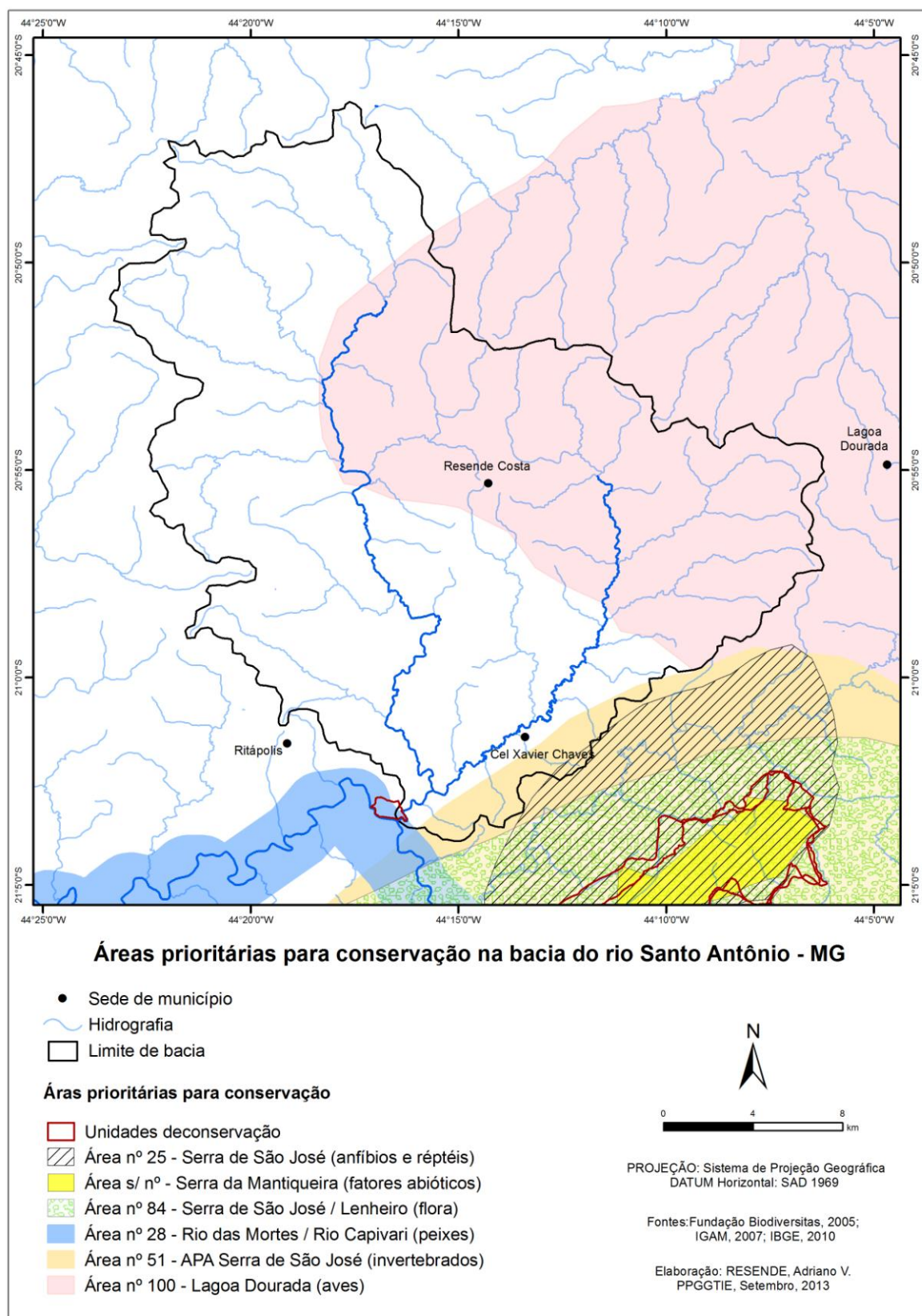
Para elaboração do Atlas, foram levantados dados sobre 13 grupos temáticos, sendo sete grupos biológicos: mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes, invertebrados e flora; e seis não biológicos: políticas públicas, fatores abióticos, unidades de conservação, aspectos socioeconômicos, desenvolvimento sustentável, indicadores e monitoramento ambiental.

Após a definição das áreas e ações prioritárias para cada um dos 13 grupos temáticos, as áreas foram classificadas nas seguintes categorias de importância biológica, em ordem decrescente: especial, extrema, muito alta, alta e potencial. Como resultado final, foi feita a indicação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, gerando um mapa-síntese (“Prioridades para a Conservação da Biodiversidade”), elaborado com base nos grupos temáticos; e um mapa para investigação científica (“Áreas Prioritárias para Investigação Científica”), incluindo todas as áreas de importância biológica potencial. Esse último foi elaborado com base principalmente “[...] *na presença de remanescentes significativos de vegetação nativa, que, embora pouco conhecidos do ponto de vista científico, figuram como de grande importância para o desenvolvimento de pesquisas básicas sobre fauna e flora.*” (DRUMMOND et al, 2005, p. 40).

Na bacia do rio Santo Antônio constam quatro áreas prioritárias para conservação dos grupos temáticos biológicos: grupos aves, herpetofauna (répteis, anfíbios), ictiofauna (peixes) e invertebrados; uma do grupo temático não biológico: fator unidade de conservação; e uma área prioritária para investigação científica (Mapa 17).

A área prioritária para conservação do grupo temático biológico aves está localizada a leste/nordeste da bacia, envolvendo terras dos municípios de Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada e Resende Costa. Destaca-se que essa área coincide aproximadamente com a Serra das Vertentes, local que concentra um dos maiores

Mapa 17 – Áreas prioritárias para conservação na bacia do rio Santo Antônio



remanescentes de vegetação nativa da região. A área está identificada no Atlas pelo nº 100 – Lagoa Dourada, sendo de importância biológica potencial. Cabe ressaltar que a avifauna em Minas vem sofrendo vários tipos de impactos negativos, principalmente com a destruição de ambientes naturais. No Estado, foram registradas 785 das 1.678 espécies de aves brasileiras e 106 espécies estão sob algum tipo de ameaça de extinção (DRUMMOND et al, 2005).

Para a área em questão, constam no Atlas as informações seguintes. Descrição: bioma, transição Cerrado/Mata Atlântica; ambiente: mata semidecidual. Critérios para indicação: alto grau de ameaça, remanescente de vegetação significativo ou com alta conectividade e remanescente significativo com provável importância. Pressões antrópicas: expansão urbana, desmatamentos e pecuária. Recomendações: promover inventários e implantar Unidade de Conservação.

Acrescenta-se que, no entorno da área de estudo, a sudeste da bacia do rio Santo Antônio, há outra área prioritária para conservação do grupo temático biológico aves, identificada no Atlas pelo nº 102 – APA São José, sendo de importância biológica extrema. Essa área engloba a Serra de São José e seu entorno, onde já estão implantadas Unidades de Conservação – UC.

A segunda área prioritária para conservação, dos grupos temáticos biológicos répteis e anfíbios (herpetofauna), está localizada no extremo sudeste da bacia do rio Santo Antônio: nas nascentes dos córregos do Sapateiro e do Retiro. Esses cursos d'água são pequenos afluentes da margem esquerda do ribeirão do Mosquito, o primeiro corta a cidade e o segundo está à montante de Coronel Xavier Chaves. Essa área está identificada pelo nº 25 – Serra de São José, sendo de importância biológica alta para o grupo herpetofauna.

Minas, conforme informações do Atlas, apresenta uma alta diversidade de anfíbios e répteis, tendo um grande número de espécies endêmicas. Na Mata Atlântica são conhecidas 340 espécies de anfíbios, desses 70% estão no bioma dentro do Estado. Quanto aos répteis, das 650 espécies conhecidas para o Brasil, 197 (42%) estão representadas na Mata Atlântica. No bioma Cerrado, apesar da existência de poucos inventários da herpetofauna, a fauna de vertebrados é composta, em grande parte, por espécies partilhadas com outros biomas, havendo poucas espécies endêmicas (DRUMMOND et al, 2005).

Constam no Atlas as informações seguintes. Descrição: bioma, Mata Atlântica e Cerrado; ambiente: brejos de altitude, mata ciliar, mata ombrófila e campos rupestres. Critérios para indicação: alto grau de ameaça, alto grau de conservação, alta riqueza de espécies geral, remanescente de vegetação significativo ou com alta conectividade e remanescente significativo com provável importância. Justificativa para inclusão e taxa de representativos: existência de brejos de altitude (1.400 m). Pressões antrópicas: expansão urbana, turismo desordenado, isolamento e atividade agropecuária. Recomendações: criação de UCs com área de uso restrito e aumento da conectividade entre fragmentos.

A terceira área prioritária para conservação, do grupo temático biológico peixes (ictiofauna), está localizada no extremo sul da bacia do rio Santo Antônio: nas proximidades de sua foz no rio das Mortes. Essa área envolve pequena parte da margem direita do rio Santo Antônio, município de Ritópolis, e da margem esquerda, município de Coronel Xavier Chaves. Em Ritópolis a área está localizada dentro de uma Unidade de Conservação – UC federal, a Floresta Nacional de Ritópolis. Está identificada pelo nº 28 – Rio das Mortes / Rio Capivari, sendo de importância biológica alta. Destaca-se que essa área refere-se especificamente ao rio das Mortes e um de seus afluentes, o rio Capivari, portanto, se justifica a inclusão apenas das proximidades da foz do rio Santo Antônio na área em questão.

Conforme informações do Atlas, Minas abriga uma ictiofauna nativa estimada em 354 espécies, o que representa quase 12% das 3.000 espécies encontradas no Brasil. Das bacias que banham o Estado, a do rio Grande é a terceira em número de espécies, 88; atrás do São Francisco, 173, e do Paranaíba, 103. As principais ameaças para a ictiofauna regional estão relacionadas com: poluição, assoreamento, desmatamento, mineração, introdução de espécies exóticas e construção e operação de barragens (DRUMMOND et al., 2005).

Para a área em questão, constam no Atlas as informações seguintes. Descrição: ambiente aquático, várzea e vegetação ciliar. Critérios para indicação: presença de riqueza de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas no Estado, alto grau de ameaça, médio grau de conservação, alta riqueza de espécies geral e remanescente de vegetação significativo ou com alta conectividade. Justificativa para inclusão e taxa de representativos: presença de espécie ameaçada (jaú – *Zungaro jahu*) e remanescente significativo (*Zungaro jahu*). Pressões antrópicas: dragagem, barragem, expansão urbana, atividade agropecuária.

Recomendações: manutenção do trecho lótico, recuperação da qualidade da água e instalação de mecanismo de transposição para montante e para jusante nas barragens.

A quarta área está identificada no Atlas pelo nº 51 – APA Serra de São José, sendo uma área importância biológica muito alta para o grupo invertebrados. Localiza-se no extremo sul e sudeste da bacia: se estendendo desde as nascentes do córrego da Canela (pequeno afluente da margem esquerda do rio Santo Antônio, já perto de sua foz) até às nascentes do córrego Pasto dos Bois (pequeno afluente da margem esquerda do ribeirão do Mosquito, à jusante do córrego Correio). Essa área engloba praticamente todos os cursos médios e nascentes dos afluentes da margem esquerda do ribeirão do Mosquito, no município de Coronel Xavier Chaves, entre sua foz e o córrego Pasto dos Bois.

Destaca-se que Minas apresenta uma grande diversidade de invertebrados, no entanto, é um ramo da fauna pouco estudado. Assim, consta na lista estadual de fauna ameaçada apenas 31 espécies de invertebrados, o que representa apenas 18% do total (DRUMMOND et al, 2005).

Para a área em questão, constam no Atlas as informações seguintes. Descrição: bioma, Mata Atlântica e Cerrado; ambiente: áreas de mata, cerrado, campo rupestre, matas ciliares e áreas brejosas. Critérios para indicação: espécie de distribuição restrita a área proposta, presença de riqueza de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas no Estado, alto grau de ameaça, médio grau de conservação, alta riqueza de espécies geral e remanescente de vegetação significativo ou com alta conectividade. Justificativa para inclusão e taxa de representativos: excepcional riqueza de libélulas (115 espécies) - alta riqueza de libélulas da família *Aeshnidae* (15) e uma nova espécie (*Heteragrion sp. n.*). Pressões antrópicas: expansão urbana, desmatamento, queimadas e crescimento da indústria do turismo. Recomendações: necessidade de implementação da APA, de recuperação de áreas degradadas e de criação de UC da categoria de manejo mais restrito.

As Unidades de Conservação, conforme informações do Atlas, são consideradas instrumentos de gestão ambiental, estando relacionadas no grupo temático não biológico, fator unidade de conservação. Minas Gerais possui uma área de 4.306.652,16 hectares de áreas protegidas por meio de 397 UCs cadastradas (DRUMMOND et al, 2005). As UCs integrantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC se dividem em dois grupos principais: unidades de Proteção Integral e de Uso Sustentável.

Conforme artigo 2º da chamada Lei do SNUC, Lei Federal 9.985/2000 (BRASIL, 2000), entende-se por unidade de conservação, proteção integral e uso sustentável, *in verbis*:

Art. 2º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;

[...] VI - proteção integral: manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais;

[...] XI - uso sustentável: exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável; (Brasil, 2000).

Na área de estudo e seu entorno constam quatro UCs, três de uso sustentável e uma de proteção integral. Três dessas estão praticamente sobrepostas e localizadas na Serra de São José e uma localizada no encontro do rio Santo Antônio com o rio das Mortes. A implantação de três UCs na Serra de São José se justifica pela sua singularidade natural e biológica regional. A serra, com seus 12 km de extensão, é uma área de significativa importância biológica e a formação natural mais bem preservada da mesorregião dos Campos das Vertentes, apesar de ter sido bastante degradada pela remota exploração do ouro e mais recentemente por: expansão urbana, desmatamentos para ampliação de pastagens, queimadas e mineração (INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2012). Em termos físicos, a serra é um “[...] *pequeno platô aplainado de cerca de 2 ha, situado a 1.350 m de altitude, 300 m acima do nível topográfico regional dominante. Este platô está delimitado ao sul e ao norte por afloramentos de metarenito e a oeste e sudeste por ruptura de declive.*” (SILVA et al., 2004, p. 457-458).

Na Serra de São José as três Unidades de Conservação são estaduais, sendo duas de uso sustentável e uma de proteção integral, envolvendo cinco municípios: Tiradentes, Prados, Coronel Xavier Chaves, São João del Rei e Santa Cruz de Minas. As primeiras são: Área de Proteção Especial – APE Serra de São José, criada pelo Decreto Estadual 21.308/1981; e Área de Proteção Ambiental – APA São José, criada pelo Decreto Estadual 30.934/1990. Essas são conhecidas como APAE Serra de São José, possuindo área coincidente de 4.758 ha. A UC de proteção integral é o Refúgio Estadual de Vida Silvestre

Libélulas da Serra de São José, criado pelo Decreto 43.908/2004, com área de abrangência de 3.717 ha. Destaca-se que, ratificando a importância científica e biológica do local foi criado na Serra de São José, pelo Decreto Estadual 44.518/2007, o primeiro mosaico de unidades de conservação em Minas Gerais, que “[...] *ampliará as possibilidades de conservação do patrimônio natural da região.*” (INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2012).

Na foz do rio Santo Antônio, em sua margem direita e no município de Ritópolis, foi implantada uma UC federal de uso sustentável, a Floresta Nacional – FLONA de Ritópolis, criada pelo Decreto Federal s/nº de 1999, com área de 89,19 ha. A UC é administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2012). Com relação ao valor histórico, a sede da UC está localizada na antiga Fazenda do Pombal, local de nascimento de Joaquim José da Silva Xavier, o Tiradentes. O bem “Remanescentes da Fazenda do Pombal onde nasceu Joaquim José da Silva Xavier, o Tiradentes” foi inscrito no Livro do Tombo Histórico do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, sob nº 433 em 21 de setembro de 1971 (INSTITUTO DE PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL, 2012).

No entorno da área de estudo, estão identificadas no Atlas ainda mais duas áreas prioritárias para conservação. Uma do grupo temático biológico flora: nº 84 – Serra de São José/Lenheiro, de importância biológica extrema para o grupo flora; e outra do grupo temático não biológico fatores abióticos: Serra da Mantiqueira, cujo fragmento localiza-se na Serra de São José.

No Atlas, as Áreas Prioritárias para Investigação Científica indicam áreas de provável importância biológica onde ainda não há levantamentos biológicos ou os estudos incipientes não propiciam a real avaliação dessas áreas nem a indicação de ações concretas para a conservação das mesmas (DRUMMOND et al., 2005). Dentro da bacia do rio Santo Antônio consta uma área prioritária para investigação científica, fruto da indicação para o grupo temático aves, coincidindo com a já citada área nº 100 – Lagoa Dourada.

Cabe ressaltar que, com relação ao grupo temático não biológico, fator aspectos socioeconômicos, a área de estudo foi classificada como: em nível de pressão antrópica média. Conforme consta no Atlas, para identificar as três áreas de pressão socioeconômica (pressão antrópica) que atuam em Minas Gerais (alta, média e baixa) foi usado como

instrumento de medida o Índice de Pressão Socioeconômica (IPSE), que “[...] *reflete, de forma sintética, um conjunto de indicadores demográficos e econômicos, tais como população, taxa de crescimento demográfico, PIB industrial, agropecuário e de serviços.*” (DRUMMOND et al., 2005, p. 138).

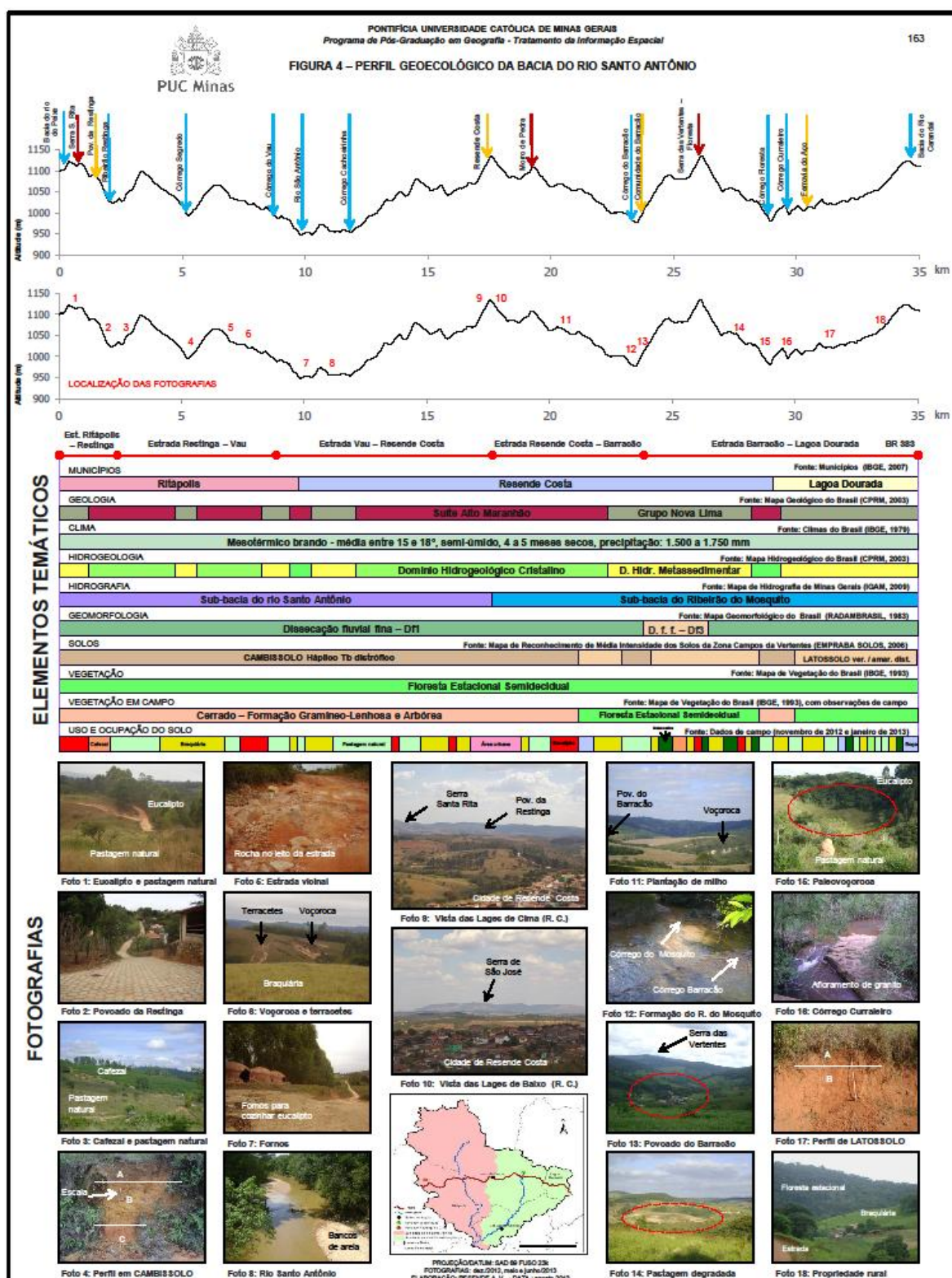
Por fim, no mapa-síntese das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais constam as 112 áreas mais importantes para a conservação da biodiversidade, “[...] *definidas pela sobreposição e análise dos mapas gerados pelos grupos temáticos, classificados num contexto multidisciplinar e, portanto, mais abrangente.*” (DRUMMOND et al., 2005, p. 163). Na área de estudo consta uma área prioritária com importância biológica extrema: área nº 99 – Serra de São José. Ressalta-se que a localização dessa área dentro da bacia do rio Santo Antônio é a mesma da área nº 51 – APA Serra de São José, anteriormente citada. Cabe citar para o rio das Mortes, apesar de apenas pequena extensão estar na área de estudo, uma área prioritária com importância biológica alta: área nº 98 – Rio das Mortes e Capivari. A inclusão dessa área no mapa-síntese se deve à indicação da área como área importância biológica alta para o grupo peixes: área nº 28 – Rio das Mortes / Rio Capivari.

3.4.5. Perfil geoecológico

O perfil geoecológico traduz as condições ambientais de uma área, uma vez que representa cartograficamente seções do espaço geográfico e faz correlações entre os elementos de interesse representados no transecto (LEVIGHIN; VIADANA, 2002). Dessa forma, o perfil geoecológico configura-se, de forma sintética, como uma representação da paisagem (MIKOSIK et al., 2013).

Na elaboração do perfil geoecológico da bacia do rio Santo Antônio (Figura 4) o transecto foi elaborado a partir de elementos abióticos, bióticos e antrópicos: topografia, estradas vicinais, divisão política, geologia, clima, hidrogeologia, hidrografia, geomorfologia, solos, vegetação nativa original, vegetação nativa com observações de campo, uso e ocupação do solo. A visualização desses elementos no perfil permitiu demonstrar, de forma sintética, as condições socioambientais da área de estudo e, mais especificamente, das duas sub-bacias em que essa foi dividida: a do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito.

Figura 4 – Perfil geocológico da bacia do rio Santo Antônio



3.5. O Comitê de Bacia Vertentes do Rio Grande

A comissão pró-Comitê da Bacia dos Rios da Morte e Jacaré foi formada, em novembro de 2002, pela atual Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ, por meio do Laboratório de Estratégia e Meio Ambiente – LEMA (representado pelo professor Helvécio Luiz Reis), e pelo Instituto Rio Limpo (representado pelo seu então diretor Sérgio Gustavo Coutinho Grossi) da cidade de Barbacena. Diversas reuniões, coordenadas pelo IGAM, foram realizadas com representantes dos municípios, do governo estadual, dos usuários de água e da sociedade civil organizada almejando a criação do Comitê.

Nessa perspectiva, em 22 de novembro de 2007, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/MG aprovou a criação do CBH Vertentes do Rio Grande, Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos dos Rios das Mortes e Jacaré – UPGRH GD2, pela Deliberação CERH nº 77 (MINAS GERAIS, 2007b). Em 26 de dezembro de 2007, o mesmo foi instituído por meio do Decreto Estadual nº 44.690 de 2007 (MINAS GERAIS, 2007). O plenário do CBH, conforme artigo 3º do Decreto, é composto por até vinte e quatro titulares, distribuídos entre representantes do poder público, de forma paritária entre o Estado e os municípios, de usuários e de entidades da sociedade civil ligadas aos recursos hídricos, com sede ou representação na bacia hidrográfica. Cada representante titular tem direito a um suplente, que o substituirá em suas ausências e impedimentos.

O CBH GD2 abrange 42 municípios das bacias dos rios das Mortes e Jacaré, dentre esses os quatro municípios da área de estudo: Coronel Xavier Chaves, Lagoa Dourada, Resende Costa e Ritápolis. Dos 42 municípios, 10 estão totalmente na área da UPGRH GD2, 20 possuem parte do território e as sedes inseridas nela e 12 têm parte do seu território na área do CBH, mas a sede municipal localiza-se fora da mesma (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012). Coronel Xavier Chaves e Ritápolis fazem parte do primeiro grupo, Resende Costa do segundo e Lagoa Dourada do terceiro. As três maiores cidades localizadas na Unidade de Planejamento são: Barbacena, Lavras e São João del Rei.

A área de atuação do CBH é composta pelas bacias do rio das Mortes e do rio Jacaré e por pequenos afluentes diretos do rio Grande, no chamado do Baixo Alto Rio Grande. A UPGRH GD2 cobre uma área de 10.533 km², o que corresponde a

aproximadamente 18% da área total de Minas Gerais e a 7% da área total da bacia do Rio Grande, abrangendo uma população de 556.426 habitantes, segundo o Censo de 2010 do IBGE (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012).

A sede do Comitê está na cidade de São João del Rei, no LEMA, esse localizado no *campus* São Francisco da UFSJ. A primeira reunião do CBH Vertentes do Rio Grande aconteceu em São João del Rei, dia 18/09/2008. Foram dadas posses aos primeiros conselheiros e à primeira mesa diretora. Para a presidência foi eleito o Instituto Rio Limpo. Destaca-se que as reuniões ordinárias do CBH, conforme Regimento Interno, estão previstas para acontecerem bimestralmente em municípios que fazem parte da UPGRH GD2, sendo abertas à participação pública (Apêndice G).

Destaca-se que, inicialmente, no plenário do CBH não havia nenhum membro com atuação direta na bacia do rio Santo Antônio. Na 5ª reunião ordinária, realizada em maio de 2009, a Prefeitura Municipal de Coronel Xavier Chaves solicitou sua inclusão no quadro de conselheiros, como representante do poder público municipal, em substituição à Prefeitura de Nepomuceno, o que foi aceito pelo plenário.

Para a eleição do segundo mandato de conselheiros do CBH, período 2011/2013, foi aberto o período de inscrição em agosto de 2010. O único candidato ligado diretamente à bacia do rio Santo Antônio foi a Prefeitura Municipal de Coronel Xavier Chaves. Em reunião extraordinária, realizada pela comissão eleitoral do CBH, no mesmo mês, verificou-se que não foi completado o número mínimo necessário para a representatividade de cada seguimento, sendo o prazo de inscrição prorrogado por mais 15 dias. Assim, visando atingir o número mínimo de seis representantes para cada um dos quatro seguimentos, a diretoria do CBH se mobilizou e, por fim, conseguiu a inclusão de novos candidatos. A posse dos novos conselheiros e a eleição da mesa diretora aconteceram na 18ª reunião ordinária realizada em setembro de 2011.

A partir da 19ª reunião ordinária, de outubro de 2011, a Associação Instituto Rio Santo Antônio – IRIS começou a participar das plenárias como ouvinte. Na mesma reunião foi exposto pela ONG um projeto, intitulado Diagnóstico Socioambiental do Manancial de Abastecimento de Água de Resende Costa – MG, que seria apresentado ao edital do Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – FHIDRO, após a obtenção da Carta de Aprovação do CBH. Destaca-se que o IRIS foi aprovado como conselheiro do CBH na 20ª reunião ordinária,

realizada em dezembro de 2011, como representante de entidades da sociedade civil, e a Prefeitura Municipal de Coronel Xavier Chaves foi excluída da condição de conselheira na 22ª reunião ordinária, realizada em abril de 2012, por faltas não justificadas às reuniões.

Na 23ª reunião ordinária, realizada dia 21 de junho de 2012, a plenária do CBH votou, em consonância com o CBH GD1, a paralisação das atividades do CBH GD2, devido à falta de recursos financeiros para gestão dos mesmos. O Estado estava contingenciando os recursos enviados aos CBHs, dessa forma, alguns Comitês, como o GD1 e o GD2, praticamente paralisaram suas atividades desde então. Apesar da paralisação, posteriormente ainda aconteceram mais duas reuniões. Na 24ª reunião, realizada em outubro de 2012, foi apresentada a minuta do processo e a definição da comissão eleitoral para o terceiro mandato, período 2014/2017. O período de inscrição foi de 07 de janeiro a 15 de fevereiro de 2013. Visando atender ao número mínimo necessário para a representatividade de cada seguimento, algumas instituições foram pessoalmente convidadas pelo secretário executivo do CBH. Na 25ª reunião, realizada em abril de 2013, foram escolhidas as instituições habilitadas para ocuparem as vagas de titular e de suplente.

Em 25 de setembro de 2013, foi publicada no diário oficial de Minas Gerais a posse dos conselheiros do CBH Vertentes do Rio Grande. São atualmente três conselheiros cujos representantes atuam diretamente na bacia do rio Santo Antônio: Prefeitura Municipal de Coronel Xavier Chaves, Prefeitura Municipal de Resende Costa e IRIS. A posse dos novos conselheiros aconteceu dia 25 de outubro na sede do CBH.

Com relação do Plano Diretor de Recursos Hídricos – PDRH do CBH Vertentes do Rio Grande, o Termo de Referência, elaborado pelo IGAM, foi apresentado ao plenário do Comitê na 5ª reunião ordinária, em maio de 2009. Em junho do mesmo ano, na 6ª reunião, esse Termo de Referência foi aprovado, sendo o mesmo encaminhado ao FHIDRO, visando a obtenção de recursos para contratação de empresa de consultoria para sua elaboração. O PDRH seria elaborado em quatro etapas: 1ª Plano de Trabalho, 2ª Diagnóstico, 3ª Prognóstico e 4ª PDRH. O consórcio ganhador da licitação foi formado pelas empresas: Ecoplan Engenharia Ambiental, Lume Estratégia Ambiental e Skill Engenharia. A previsão do contrato era de 12 meses, com entrega do PDRH em abril de 2012. Devido a atrasos no cronograma, o contrato foi prorrogado por mais seis meses.

Foram realizadas duas reuniões públicas, em setembro e em dezembro de 2011, visando apresentar e informar à população sobre o diagnóstico e o prognóstico da área da UPGRH GD2. Em 2012 foram realizadas algumas consultas públicas visando discutir com os interessados os instrumentos do PDRH: o relatório de metas, os programas de investimentos e enquadramentos, as diretrizes e os critérios para os instrumentos de gestão e as propostas de arranjo institucional. No primeiro semestre de 2012 foram apresentados os Relatórios Parciais do Diagnóstico e do Prognóstico, que servirão de base para o Relatório Final, que é o próprio PDRH. Em novembro de 2012 foi realizada a 3ª Reunião Pública para apresentação do Relatório Parcial do Plano Diretor, sendo esse entregue ao CBH no início de 2013. Destaca-se que esse estudo é o que foi utilizado na presente dissertação. Em julho de 2013 foi feita reunião para apresentar ao CBH, para as devidas considerações, a versão final dos relatórios do PDRH e da proposta de Enquadramento dos Corpos de Água. Assim, o Plano Diretor ainda deverá ser aprovado pelo CBH e pela Câmara Técnica de Planos do Conselho Estadual de Recursos Hídricos CERH-MG.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um Diagnóstico Socioambiental da bacia do rio Santo Antônio foi elaborado de forma sistêmica, sendo feita uma análise integrada entre os aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Nas últimas décadas, a área de estudo passou por um processo de transformação econômico-produtiva, ou seja, um processo de “modernização” em sua estrutura produtiva, que trouxe alterações na paisagem geográfica, que foram estudadas e entendidas em uma perspectiva sistêmica e holística.

A área de estudo foi subdividida em duas unidades maiores de paisagem, com graus diferentes de manifestação, principalmente, dos processos erosivos, da distribuição da rede de drenagem e dos impactos da atividade humana. Portanto, distinguiram-se duas unidades de paisagem diferenciadas pela rede hidrográfica: a sub-bacia do rio Santo Antônio e a sub-bacia do Ribeirão do Mosquito.

Na bacia do rio Santo Antônio, a ocorrência de processos erosivos está relacionada a fatores naturais e antrópicos, principalmente: litologia, pedologia e uso e ocupação do solo. Os trechos médios das sub-bacias do rio Santo Antônio e do ribeirão do Mosquito são a área-núcleo onde há concentração de voçorocas ativas e paleovoçorocas. Pode-se observar que a primeira sub-bacia é a mais afetada por voçorocas ativas e a segunda por movimentos de massa.

A respeito da litologia, a área-núcleo de voçorocas está predominantemente sobre a unidade geológica Suíte Alto Maranhão, cujas rochas principais são: gnaisses, migmatitos e granitos. Os movimentos de massa localizam-se sobre anfibolitos, xistos e rochas metabásicas da unidade geológica Grupo Nova Lima.

Em relação aos solos, as voçorocas estão localizadas predominantemente nos CAMBISSOLOS, esses geralmente estão associados às formações geológicas da Suíte Alto Maranhão. Essa classe de solo é a predominante na sub-bacia do rio Santo Antônio. Os movimentos de massa são mais recorrentes nos LATOSSOLOS, que cobre a maior parte da sub-bacia do ribeirão do Mosquito.

As áreas degradadas na bacia associam-se à supressão de vegetação nativa, à pecuária extensiva e à mineração. Essas áreas são atualmente as mais suscetíveis a processos erosivos, tanto lineares quanto laminares, e a carreamento de sólidos para os

cursos d'água. As pastagens degradadas estão quase sempre sobre a unidade geológica Suíte Alto Maranhão e localizadas principalmente na sub-bacia do rio Santo Antônio.

O processo erosivo por voçoroca na bacia do rio Santo Antônio é natural, mas intensificado pelas ações antrópicas. Destaca-se que carece, para a bacia, um estudo sobre a viabilidade técnica, operacional e financeira de recuperação e/ou estabilização dessas voçorocas. A região carece também de um efetivo Programa de Educação Ambiental que vise repassar aos produtores rurais, práticas sustentáveis na agropecuária, o que diminuiria a existência de áreas degradadas. O desenvolvimento desse programa poderia ser fruto da parceria entre órgãos públicos, autarquias, CBH e ONGs regionais.

Comparando a bacia do rio Santo Antônio, e também a do rio das Mortes, com o restante do Estado de Minas Gerais, essas podem ser consideradas regiões com significativa disponibilidade hídrica superficial. Com relação às águas subterrâneas, na área de estudo geralmente não são encontrados bons aquíferos, uma vez que regionalmente predomina o embasamento cristalino. Dessa forma, percebe-se a importância das precipitações e, conseqüentemente, da preservação das áreas de recarga para a manutenção do balanço hídrico regional.

O nível hierárquico das duas sub-bacias, a do Santo Antônio e a do ribeirão do Mosquito, é de 6ª ordem. Já o rio Santo Antônio é de 7ª ordem. Verificou-se que a sub-bacia do ribeirão do Mosquito possui mais nascentes, que são canais de 1ª ordem, assim como uma maior rede de drenagem, o que ficou evidente nos cálculos da Dr e da Dd. Destaca-se que, se comparada com a literatura, a área de estudo possui significativa rede de drenagem e uma elevada densidade de rios e de nascentes.

A Dd e a Dr sofrem reflexos do clima, da geologia, do solo, da topografia e da cobertura vegetal. As condições climáticas são as mesmas para as duas sub-bacias. No entanto, a maior parte da sub-bacia do ribeirão do Mosquito está sobre o Grupo Nova Lima, sobre LATOSSOLOS e em área de Floresta Estacional Semidecidual.

O transporte de sedimentos suspensos na sub-bacia do ribeirão do Mosquito, por ter maiores Dd e Dr, *a priori*, deveria ser mais acentuado do que na sub-bacia do rio Santo Antônio durante todo o ano. No entanto, verificou-se que, para o período seco (abril e agosto), as análises de qualidade de água realizadas nos pontos 3 e 4, localizados na sub-bacia do ribeirão do Mosquito, para o parâmetro sólidos dissolvidos totais, estavam com valores mais elevados que os do ponto 2, localizado na sub-bacia do rio Santo Antônio. Já

no período mais chuvoso (novembro e fevereiro) os valores para o mesmo parâmetro no ponto 2 estavam significativamente acima dos valores dos pontos 3 e 4. Diante de tais dados pode-se inferir que na sub-bacia do ribeirão do Mosquito, por ter muito boa Dd, os cursos d'água transportam mais sedimentos suspensos no período mais seco. Mas, no período chuvoso, o transporte desses sedimentos é bem maior nos cursos d'água da sub-bacia do rio Santo Antônio devido provavelmente ao uso e ocupação do solo, uma vez que há mais pastagens degradadas, (consequentemente, mais solos expostos), maior incidência de voçorocas e menor cobertura florestal nativa.

Relacionando o comportamento da rede fluvial, em especial a Dd e a Dr, com a paisagem nas duas sub-bacias, percebe-se que a sub-bacia do Ribeirão do Mosquito é mais dissecada. Nas visitas a campo tal constatação ficou evidente, uma vez que essa sub-bacia se mostrou mais recortada e entalhada, ou seja, as vertentes são menos extensas entre os cursos d'água.

Pode-se inferir que na sub-bacia do rio Santo Antônio o controle estrutural é maior que na sub-bacia do ribeirão do Mosquito, uma vez que naquela os valores de Dd são mais próximos aos de Dr. Verificou-se que na primeira, a microbacia do ribeirão da Restinga possui Dd superior à Dr, e a do córrego Curtume os dois parâmetros morfométricos praticamente se equivalem.

Por apresentar maior amplitude do relevo, pode-se afirmar que a sub-bacia do rio Santo Antônio possui maior potencial erosivo ao longo das encostas, o que se evidencia pelo número de voçorocas ativas em sua área, 0,97 voçoroca/km², contra 0,75 voçoroca/km² na sub-bacia do ribeirão do Mosquito. Assim, na sub-bacia do rio Santo Antônio há praticamente 1 voçoroca ativa em cada km² (100 ha).

A drenagem do rio Santo Antônio ainda não atingiu a fase de equilíbrio dinâmico, assim, há uma tendência à degradação e à erosão acelerada na bacia. Verificou-se que o perfil longitudinal do rio Santo Antônio está menos equilibrado que o do ribeirão do Mosquito. O trajeto inicial do rio na Serra das Vertentes e na parte inicial de seu curso médio apresenta trechos bastante convexos, portanto, em um estado de maior desequilíbrio. O perfil longitudinal do ribeirão do Mosquito apresenta poucas convexidades, o que evidencia uma drenagem mais equilibrada. Assim, o sistema fluvial do rio Santo Antônio está menos equilibrado que o do ribeirão do Mosquito, o que provoca

um maior potencial erosivo, tanto das margens dos canais quanto na geração e no aumento das voçorocas, o que gera, conseqüentemente, uma produção maior de sedimentos.

Para avaliação da qualidade das águas superficiais foram escolhidos cinco pontos de coleta, sendo três no rio Santo Antônio e dois no ribeirão do Mosquito. De maneira geral, nem todos os resultados atenderam aos padrões de qualidade da classe 2, uma vez que vários parâmetros foram enquadrados como classe 3 ou 4. Para o mês de novembro foi realizada uma análise no rio das Mortes, imediatamente à montante do encontro com as águas do rio Santo Antônio. Verificou-se que as águas do rio Santo Antônio estavam com qualidade inferior à do rio das Mortes para a maioria dos parâmetros analisados. Assim, ressalta-se a necessidade da conscientização da população local para o desenvolvimento de ações que visem melhorar e/ou manter a qualidade das águas na área de estudo.

Poucas intervenções nos recursos hídricos na bacia do rio Santo Antônio possuem regularização ambiental. Assim, há necessidade de se efetivar a regularização dos usuários cadastrados no âmbito da "Campanha de Regularização do Uso dos Recursos Hídricos em Minas Gerais – Água: faça o uso legal", realizada pelo IGAM no período de 2007/2009, uma vez que o número de Certidões de Uso Insignificante emitidas e de Portarias de Outorga publicadas são significativamente inferiores aos usos verificados nas visitas a campo.

A redução da cobertura florestal nativa é uma realidade na bacia do rio Santo Antônio, assim como na UPGRH GD2 e em Minas. A substituição da vegetação nativa, de campo, cerrado ou mata, pela silvicultura, com destaque para as plantações de eucalipto, e pelas pastagens plantadas, notadamente a braquiária, são as maiores contribuintes para as transformações econômico-produtivas na área de estudo. Destaca-se que devem ser fomentados pelos órgãos de governo ou pelo CBH, estudos regionais sobre as potencialidades e locais de restrição à silvicultura; sobre áreas com pastagens degradadas que poderiam ser ocupadas com eucaliptos; e áreas em que o consórcio de eucalipto com pastagens (plantios agroflorestais) seriam ambiental e economicamente viável.

Ressalta-se que, na área de estudo, a Serra das Vertentes é o local que mereceria estudos de viabilidade para implantação de uma UC, possivelmente uma APA. Tal fato se justifica pela área manter ainda significativos fragmentos florestais nativos de Floresta Estacional Semidecidual e estar indicada no Atlas para Conservação da Biodiversidade em

Minas Gerais como uma área prioritária para investigação científica e de importância biológica potencial, grupo temático biológico avifauna.

Como resultado da análise socioambiental da bacia do rio Santo Antônio foi elaborado um perfil geoecológico. A visualização dos elementos temáticos no perfil permitiu demonstrar, de forma sintética, as condições socioambientais da bacia do rio Santo Antônio e, mais especificamente, das duas sub-bacias. Percebe-se que na sub-bacia do rio Santo Antônio há mais plantações de eucalipto e pastagens plantadas, principalmente nas áreas de CAMBISSOLOS. As pastagens naturais são, em sua maioria, de campo ou de cerrado, sendo as mesmas utilizadas como pastagem para o gado. Já na sub-bacia do ribeirão do Mosquito há menos silvicultura, apesar de também serem significativas na paisagem às áreas com braquiária. Os fragmentos florestais nativos de Floresta Estacional Semidecidual estão estabelecidos principalmente sobre LATOSSOLOS e distribuídos pela sub-bacia, notadamente nos topos e nas encostas dos morros.

Algumas questões relacionadas a saneamento básico devem ser melhoradas nas sedes municipais: finalização e expansão da rede coleta de esgoto em Resende Costa e em Ritópolis; implantação de ETEs para o devido tratamento do esgoto coletado em Coronel Xavier Chaves, em Lagoa Dourada e em Ritópolis; finalização e operação da ETE em Resende Costa; construção de aterros sanitários de pequeno porte ou um aterro sanitário em consórcio regional; construção de UTCs em Lagoa Dourada, Resende Costa e Ritópolis; implementação da coleta seletiva em Lagoa Dourada e melhoria da mesma em Resende Costa, uma vez que são as maiores cidades.

Nos aglomerados rurais, as questões relacionadas a saneamento básico que devem ser melhoradas são: perfuração de poços tubulares nas comunidades que ainda não os possuem, uma vez que a água subterrânea é geralmente de melhor qualidade que a superficial; instalação de sistema de tratamento de água, visto que existem no mercado sistemas simplificados, de fácil manutenção e a preço acessível; realização periódica de análises da água servida às comunidades, de modo a verificar a qualidade da mesma; elaboração de projetos visando a obtenção de financiamento junto aos governos estadual e federal para construção de sistema de tratamento coletivo e/ou individual do esgoto doméstico; realização de campanhas de educação ambiental orientando os moradores sobre a necessidade de não lançar esgoto sem tratamento ou lixo diretamente nos cursos

d'água; implantação de coleta de resíduos, no mínimo semanalmente, nos aglomerados rurais do município de Ritópolis.

A gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos no âmbito dos CBHs, sem dúvida, foi um avanço advindo com a promulgação da Política Nacional dos Recursos Hídricos. Reconhecendo os progressos já alcançados com a implantação dos vários Comitês no Brasil e em especial em Minas Gerais, esses ainda precisam ser fortalecidos. A estrutura de grande parte dos CBHs mineiros, a exemplo do GD2, ainda é precária, há carência de técnicos, de material de trabalho, de pessoal administrativo, faltam estudos sobre temáticas específicas, capacitação e comprometimento dos conselheiros, participação da comunidade, maior apoio jurídico e técnico do IGAM no processo de estruturação dos Comitês e, principalmente, faltam recursos financeiros. Enfim, a implementação da gestão descentralizada e participativa no âmbito dos CBHs, dentro da atual estrutura dos Comitês e da conjuntura econômica estadual, ainda é um desafio para os gestores.

O Diagnóstico Socioambiental da bacia do rio Santo Antônio faz parte de uma proposta inicial de elaboração de um Plano de Gestão Socioambiental como um modelo de análise ambiental sistêmica de bacias hidrográficas a ser seguido e aperfeiçoado pelos CBHs. Assim, ainda faz parte desse escopo maior a elaboração do Plano de Ação e dos programas socioambientais. O primeiro tratará do planejamento e, principalmente, da gestão dos impactos ambientais na bacia e os programas socioambientais são basicamente três: Programa de Educação Ambiental, Programa de Comunicação Social e Programa de Monitoramento Socioambiental. Como proposta para a continuidade dos estudos sobre a bacia do rio Santo Antônio propõe-se a organização do Plano de Gestão Socioambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 6ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Indicadores de Qualidade** - Índice de Qualidade das Águas. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 18 maio 2013.

ALKIMIM, Akenya Freire de et al. Solos, Uso e Ocupação e Características Morfométricas do Padrão de Drenagem da Bacia do Rio Benevente, ES. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, **Anais XV**. Curitiba: INPE, 2011. p.1096-1104. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1408.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. **Origem e evolução da plataforma brasileira**. Rio de Janeiro: Divisão de Geologia. Mineral, 1967.

ALVES, José Eustáquio Diniz; CAVENAGHI, Suzana. Tendências demográficas, dos domicílios e das famílias no Brasil. **Aparte Inclusão Social em Debate**, 25 ago. 2012. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/aparte/pdfs/tendencias_demograficas_e_de_familia_24ago12.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2013.

ÁLVARES, Karlla Valladares. **O eixo turístico Maria – Santa Bárbara: paisagens e lugares turísticos**. 2003. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Pós Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, Belo Horizonte.

AGUDO, Edmundo Garcia (Coord). **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo: CETESB, 1988.

AMARAL, Fernando Cezar Saraiva do et al. **Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 63. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/noticias/banco_noticias/220806.html>. Acesso em 10 nov. 2012.

AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. **Reflexões sobre as tendências teórico-metodológicas da geografia**. Belo Horizonte: Instituto de Geociências da UFMG, 1985.

ANTONIL, André João. **Cultura e opulência do Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1982.

ASMUS, Haroldo E. et al. Abordagem metodológica para caracterização, diagnóstico e planejamento ambiental de bacias hidrográficas: estudo de caso. In: **I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais**. Volume I. Anais. Rio de Janeiro: 1994. p. 42 -59.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1987. Disponível em <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=5400>>. Acesso em: mar. 2012.

Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM). **ASTER GDEM**. October 17, 2011. Disponível em <<http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/index.jsp>>. Acesso em: fev. 2013.

ÁVILA, Ciro Alexandre; TEIXEIRA, Wilson; PEREIRA, Ronaldo Mello. **Geologia e petrografia do Quartzo Monzodiorito Glória, Cinturão Mineiro, porção sul do Cráton São Francisco, estado de Minas Gerais**. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.1, p.83-98, jan./mar, 2004. Disponível em <[http://acd.ufrj.br/~museu/CP/Arquivos/Arq.2004/Arq.62-1/Arqs%20MN%2062\(1\)%20p.83-98.pdf](http://acd.ufrj.br/~museu/CP/Arquivos/Arq.2004/Arq.62-1/Arqs%20MN%2062(1)%20p.83-98.pdf)>. Acesso em: out. 2012.

BARBACENA. Prefeitura Municipal de. **PLACA - Nascente do Rio das Mortes - Barbacena - MG**. Marc. 2009. Disponível em: <http://www.patriamineira.com.br/imprimir_noticia.php?id_noticia=1670>. Acesso em: 15 ago. 2012.

BARUQUI, Alfredo Melhem et al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da Zona Campos das Vertentes - MG**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 96. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, 2006. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/bpd96_2006_levant_campos_vertentes.pdf>. Acesso em 10 nov. 2012.

BERLINCK, Christian Niel. **Comitê de bacia hidrográfica**: educação ambiental e investigação-ação. 2003. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília.

BEROUTCHACHVILI, N.; BERTRAND, G. Le Géosystème ou "Système Territorial Naturel". **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, Toulouse, v. 49, n. 2, p.167-180, 1978.

BERTALANFFY, Ludwig von. The Theory of Open Systems in Physics and Biology. **Science**. Ottwa, v. 111, n. 13, p. 23-29, 1950.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do Solo**. 4 ed. São Paulo: Ícone Editora, 1999.

BERTRAND, Georges. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, Toulouse, v. 39, n.3, p. 249-279, 1968.

BERTRAND, Georges. Paisagem – entre a Natureza e a Sociedade. Tradução AMORIM FILHO, Oswaldo. B. e BUENO, Guilherme T. In: ROGER, A. (dir.). **La théorie du paysage en France (1974-1994)**. Seyssel: Champ Vallon, 1995, p. 88-108.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Tradução CRUZ, Olga. **Revista RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Disponível em: <xa.yimg.com/kq/groups/1624466/.../paisagem%2Bbertrand.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2012.

BOHRER, Cláudio Belmonte de Athayde. Vegetação, paisagem e o planejamento do uso da terra. **GEographia**, Niterói/RJ, ano II, nº 04, p. 103-120, dez. 2000. Disponível em: <www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/.../44/42>. Acesso em: 18 abr. 2012.

BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia Jurema. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, Curitiba, v. 2, n. 1 (3), p. 68-80, jan.-jul. 2005. Disponível em: <http://www.emtese.ufsc.br/3_art5.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2013.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado; SILVA, Antônio Soares da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. Cap. 6, p.153-192.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. J. BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. Cap. 8, p.269-300.

BRANCO, Otavio Eurico de Aquino. **Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade**. Juiz de Fora: 2006. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Disponibilidade-H%C3%ADdrlica.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2013.

BRAGA, Benedito; PORTO, Monica; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: BRAGA, B; REBOUÇAS, A. C.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. P. 635-649.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 06 jun. 2012.

BRASIL. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Volume 2. Série Biodiversidade nº 1. Distrito Federal: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/cdbport_72.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2012.

BRASIL. **Decreto nº 24.643**, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 06 jun. 2012.

BRASIL. **Lei nº 9433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 06 jun. 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 21 nov. 2012.

BRASIL. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 18 nov. 2012.

BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico [...] e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 20 fev. 2013.

BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**: levantamento de recursos naturais. V. 32. Escala 1:1.000.000. Folhas SF. 23/24 (Rio de Janeiro/Vitória). Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, Ministério da Agricultura, 1983a. 6 mapas (avaliação do relevo, capacidade de uso dos Recursos Naturais Renováveis, exploratório de solos, geológico, geomorfológico e vegetação).

BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**: levantamento de recursos naturais. V. 32. Folhas SF. 23/24 (Rio de Janeiro/Vitória). Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral, 1983b. (Texto explicativo)

BRASIL. **Resolução CNRH nº 16**, de 8 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: 06 jun. 2013.

BRASIL. **Resolução CNRH nº 145**, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: 06 jun. 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 01**, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 06 jun. 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2013.

BUENO, G. T.; TRINDADE, J. S. Considerações acerca da evolução da rede de drenagem e da dissecação de uma superfície de platô – Contagem-MG. In: **Anais do IX SINAGEO**. Belo Horizonte, 2009. 1 CD-ROM.

BUENO, G. T. & NASCIMENTO, N. R. Origem dos domínios de areia branca em interflúvios da amazônia: uma história de desequilíbrios da cobertura pedológica. In: GERARDI, L. H. DE O. & MENDES, I. A. (Orgs.). **Do Natural, do social e de suas alterações: visões geográficas**. Ageteo, 2002. p. 79-92.

BUENO, G. T., NASCIMENTO, N. R., FRITSCH, E., MELFI, A. J. Differentiation of natural landscapes by soil transformation dynamics – Amazon Basin. In: **Anais da VI Conferência Internacional de Geomorfologia**. Zaragoza, 2005. p. 61.

CABRAL, J. et al. Recursos Hídricos Subterrâneos. In: PAIVA, J. B. D. et al. **Hidrologia aplicada á gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001. p. 237-277.

CALDAS AULETE, Dicionário Online. **Planejamento**. Disponível em: <<http://aulete.uol.com.br/planejamento>>. Acesso em: 28 mai. 2012.

CAMPOS, Maria Augusta do Amaral. **A Marcha da civilização: As Vilas Oitocentistas de São João del Rei e São José do Rio das Mortes – 1810/1844**. 1998. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Belo Horizonte.

CAMPOS, Yarnel de Oliveira. **Gestão ambiental: complexidade sistêmica em bacia hidrográfica**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

CANALI, N. E.; OKA-FIORI, C.; GUEDES, J. A. Propriedades físicas das bacias hidrográficas das baías de Antonina e Paranaguá (PR). In: I Fórum Geo-biohidrologia, s/n., out.1998. Curitiba. **Anais...** Curitiba: 1998.

CAPRA, Fritjof. **O Ponto de Mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. Tradução por Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1982.

CARVALHO, Luis Marcelo Tavares de; SCOLFORO, José Roberto (Eds.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Monitoramento da Flora Nativa 2005 – 2007**. Lavras: UFLA, 2008.

CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Hidrologia**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, ago. 2006. Apostila do curso de

graduação em engenharia florestal. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3-BH.pdf>> Acesso em: 3 jun. 2013.

CASARIN, Rui Donizete. **Controle de erosão em estradas rurais não pavimentadas, utilizando sistema de terraceamento com gradiente associado a bacias de captação**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu.

CASTRO, Igára de. **Estudo Exploratório da Bacia Hidrográfica do Rio Riachão, MG**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia – Tratamento da Informação Espacial) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em geografia: introdução**. São Paulo: Hucitec-Edusp, 1979.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Significância da densidade de drenagem para a análise geomorfológica. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 13, n 26, p. 27-53, 1983.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Complexidade e auto-organização aplicadas em estudos sobre paisagens morfológicas fluviais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7, 1997, Curitiba. **Anais...** Paraná: Universidade Federal do Paraná, 1997. p. 9-19.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **IQA – Índice de Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf>>. Acesso em 18 maio 2013.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Sistema Cemig de monitoramento e Controle de qualidade da água de reservatório – SISÁGUA**: Manual de procedimentos de coleta e Metodologia de análise de água. Belo Horizonte: Cemig, 2009.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS (COMIG); SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais**. Escala 1:1.000.000. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia: Brasília: 2003. 1 mapa. Disponível em: <http://www.codemig.com.br/site/content/parcerias/levantamento_aerogeofisico.asp?id=30&idSubPrj=48>. Acesso em: 06 nov. 2012.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS (CODEMIG); UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG); UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ). **Mapa Geológico** – folha São João del Rei. Projeto Sul de Minas, Etapa I. Escala 1:100.000. 2007. 1 mapa. Disponível em: <http://www.codemig.com.br/site/content/parcerias/levantamento_aerogeofisico.asp?id=30&idSubPrj=50&filhoId=54>. Acesso em: 06 nov. 2012.

CONEJO, João Gilberto Lotufo (Coord.). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Cadernos de recursos hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, 2005. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2013.

CUNHA, S. B. Bacias Hidrográficas. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 392p.

CURI, Nilton. Relação solo-pastagens na região dos Campos das Vertentes (MG). Relatório apresentado à EMBRAPA/CNPGL. Lavras: UFLA, 1991.

DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato. **Subsídios para gestão das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Santa Maria/RS**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DILL, Paulo Roberto Jaques. **Gestão ambiental em bacias hidrográficas**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DRUMMOND, Glaucia Moreira et al. (Orgs.). **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.

DRUMMOND, Glaucia Moreira et al. (Eds.). **Biota Minas: Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais - Subsídio ao Programa BIOTA MINAS**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2009.

DUCHAUFOR, Ph. **Introduction à la science du sol**. Paris: Dunod, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. Disponível em: <http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Livro+SBCS_2-ed_000fzvhmj5j02wx5ok0q43a0rx9wj0bm.PDF>. Acesso em 10 nov. 2012.

FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. **Paisagem, recursos hídricos e desenvolvimento econômico na bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais**. 2007. Tese (Doutorado em Geografia) – UFMG, Belo Horizonte.

FERREIRA, Vinicius Martins; FERREIRA, Rogério Resende. **Maria de Barro Tecendo a rede Voçorocas**. Nazareno: Centro Regional Integrado de Desenvolvimento Sustentável, 2009. Disponível em: <<http://www.projetomariadebarro.org.br/?Pagina=public.>>. Acesso em 02 mar. 2013.

FERREIRA, Vinicius Martins et al. Influência antrópica e atributos de solo: interrelações em ambientes de voçorocas na mesorregião Campos das Vertentes, MG. **Geografia**, Rio Claro, v. 36, n. 1, p. 209-219, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://www.projetomariadebarro.org.br/?Pagina=public.>>. Acesso em 02 mar. 2013.

ETCHEBEHERE, M. L. C. **Terraços neoquaternários no vale do rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista**: implicações estratigráficas e tectônicas. 2000, 2v. Tese (Doutorado em Geociências, área de concentração em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. Rio Claro.

FREITAS, R. O. Textura da drenagem e sua aplicação geomorfológica. In: **Boletim Paulista de Geografia**, n. 11, p. 53-57, jul. 1952.

FORTES, E. **Geomorfologia do baixo curso do rio Ivinhema, MS**: uma abordagem morfogenética e morfoestrutural. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, Rio Claro, SP: 2003.

FUJIHARA, Alberto Kazutoshi. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Florestais, Piracicaba.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Série de Publicações Técnicas, n. 10. Belo Horizonte: CETEC, 1983.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). **Caracterização Ambiental do Rio das Mortes - MG**. Relatório Técnico Final, Etapa I. Belo Horizonte: CETEC, 1988. 3 v.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). **Análise e planejamento do uso do solo da sub-bacia do Rio Santo Antônio**. Belo Horizonte: CETEC, 1990.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). **Estudos hidrossedimentométricos da bacia do rio das Mortes-MG**. Projeto de pesquisa FAPEMIG-CRA EDT-217/07. Relatório final. Belo Horizonte: CETEC, 2009.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Minas sem Lixões**. Disponível em: <<http://www.feam.br/minas-sem-lixoes>>. Acesso em: 03 maio 2013.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FIP). **Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento**. Disponível em: <<http://seis.fjp.mg.gov.br/index.php/estatisticas>>. Acesso em: 05 junho 2013.

GARBOSSA, Renata Adriana. **O controle litoestrutural na organização espacial da bacia do rio Tagaçaba (Paraná): uma análise morfométrica da rede de drenagem**. 2003. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geologia, Curitiba.

GARCEZ, L. N. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1993.

GASTMANS, Didier et al. **Implicações hidroquímicas da interação rocha-água: interpretações através da representação gráfica de análises químicas de águas subterrâneas**. XIV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, II Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste. Disponível em <<http://www.aguassubterraneas.emnuvens.com.br/asubterraneas/article/.../15325>>. Acesso em: 22 dez. 2012.

GOLDENFUM, Joel Avuch. Pequenas bacias hidrográficas: conceitos básicos. In: PIVA, João B. D. de; PIVA, Eloiza M. C. D. de. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. São Paulo: Evangraf, 2001. Cap. 1, p. 2-11.

GOMES, Newton Souza et al. Ocorrência de rochas da fácies granulito no Cinturão Mineiro, Minas Gerais, Brasil. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, UFOP, n. 63(3), p. 433-440, jul. set. 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672010000300003&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 de out. 2012.

GOOGLE EARTH. Acesso em: 15 de jun. 2013.

GRAÇA FILHO, Afonso de Alencastro. **A Princesa do Oeste e o mito da decadência de Minas Gerais: São João del Rei (1831-1888)**. São Paulo: Annablume, 2002.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

GUIMARÃES, Márcia Maria et al. Susceptibilidade erosiva e produção de sedimentos em suspensão na bacia do rio das Mortes-MG. In: **X Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos**. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672010000300003&script=sci_arttext>. Acesso em: 02 mar. 2013.

HADDAD, Eduardo Abjaud. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do Alto São Francisco, Minas Gerais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

HALL, A. D.; FAGEN, R. E. Definition of Systems. **General Systems Yearbook**, nº 1, p. 18-26, 1946.

HORTON, R. E. Erosional Development of Streams and Drainage Hydrological Approach to Quantitative Morphology. In: **Bulletin of the Geological Society of America**, USA, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

HUNKA, Pavla Goulart. **Diagnóstico sócio-ambiental e dos usos dos recursos hídricos na bacia do rio Guajú PB/RN**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

HUBP, Jose I. Lugo. **Elementos de geomorfologia aplicada: métodos cartográficos**. Mexico, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Clima**. Escala 1:12.000.000. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2002. 1 mapa. Disponível em: <http://atlas escolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf>. Acesso em: 18 out. 2012. 1 mapa.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Carta do Brasil: Jacarandira, folha SF-23-X-A-V-3; Resende Costa, folha SF-23-X-A-V-4; São João Del Rei, folha SF-23-X-C-II-1; Tiradentes, folha SF-23-X-C-II-2. Escala 1:50.000. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1976. 4 mapas.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Biomas do Brasil**: primeira aproximação. Escala 1:5.000.000. Distrito Federal: Diretoria de Geociências, Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004a. 1 mapa. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>>. Acesso em 18 nov. de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Vegetação do Brasil**. 3ª ed. Escala 1:5.000.000. Distrito Federal: Diretoria de Geociências, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2004b. 1 mapa. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>>. Acesso em 18 nov. 2012. 1 mapa.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Unidades de Relevância**. Escala 1:12.000.000. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2006. 1 mapa. Disponível em: <http://atlas escolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_unidades%20de%20relevancia.pdf>. Acesso em: 18 out. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: resultados da Sinopse por setor censitário. Documentação do Arquivo. Rio de Janeiro: Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2011a. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoes_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro: Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão,

2011b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>. Acesso em: 20 fev. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Coronel Xavier Chaves, Minas Gerais - MG:** Histórico. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/minasgerais/coronelxavierchaves.pdf>>. Acesso em: 03 de jun. 2012a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Lagoa Dourada, Minas Gerais - MG:** Histórico. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/minasgerais/lagoadourada.pdf>>. Acesso em: 03 de jun. 2012b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Resende Costa, Minas Gerais - MG:** Histórico. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/minasgerais/resendecosta.pdf>>. Acesso em: 03 de jun. 2012c.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Ritópolis, Minas Gerais - MG:** Histórico. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/minasgerais/ritapolis.pdf>>. Acesso em: 03 de jun. 2012d.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** 2ª ed. Série Manuais Técnicos em Geociências, nº 1. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação, 2012e. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf>. Acesso em: 13 abr. de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades@.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/uf.php?coduf=31>>. Acesso em: 02 fev. 2013a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 1991.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censodem/default.shtm>>. Acesso em: 02 fev. 2013b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2000.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: 02 fev. 2013c.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm>>. Acesso em: 02 fev. 2013d.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Unidades de Conservação.** Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-rasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2221-flona-de-ritapolis.html>>. Acesso em: 22 nov. de 2012.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Áreas Protegidas**. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas>>. Acesso em: 22 nov. de 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio das Mortes e Jacaré GD2: Relatório Parcial (RP02), Diagnóstico**. 2012. Disponível em: <<http://www.pdrh-gd2.com.br/?sec=82>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Projeto Águas de Minas**. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/qualidade-das-aguas>>. Acesso em: 10 jun. 2013a.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Cadastro de Usuários de Água**. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/cadastro-de-usuarios>>. Acesso em: 10 jun. 2013b.

INSTITUTO DE PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Arquivo Noronha Santos**. Disponível em: <<http://www.iphan.gov.br/ans/inicial.htm>>. Acesso em: 22 nov. de 2012.

JENKINS A. et al., Hidrology. In: MOLDAN, B. CERNY (Coord.). **Journal Biogeochemistry of small catchments: a toll for environmental research**. (Scope 51). Chechester: John Wiley & Sons, 1994.

JORNAL DO BRASIL. **Rio+20 chega ao fim recheada de elogios e críticas**. 23 jun. de 2012. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/ambiental/noticias/2012/06/23/rio20-chega-ao-fim-recheada-de-elogios-e-criticas/>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

KNIGHTON, D. **Fluvial forms & processes**. Londres: Arnold, 1998.

KOHLER, Heinz Charles. **Estudo Integrado de Meio Ambiente**. Belo Horizonte: IGC - UFMG, 1986.

KÖPPEN, W.; GEIGER R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

KÖPPEN, W.; GEIGER R. **Handbuch der klimatologie**. 6 v. Berlin: G. Borntraeger, 1939.

LANNA, Antônio Eduardo Leão. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.

LANNA, Antônio Eduardo Leão. Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônia, cerrado e pantanal: demandas e propostas: metodologia de gerenciamento de bacias hidrográficas. **Série meio ambiente em debate**, Brasília, n. 36, p. 1-59, Ed. IBAMA, 2001.

LARIOS, M. R. B; CALIJURI, M. L. Identificação de áreas de risco à erosão utilizando sistemas de informações geográficas. **Fundações, Obras de Terra e Pavimentos**,

Universidade Estadual do Maranhão, p. 703-714. Disponível em: <<http://www.lsp.cct.uema.br/artigos2.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

LENHARO, Alcir. **As Tropas da Moderação**: abastecimento da Corte na formação política do Brasil (1808-1842). SP, Símbolo, 1979.

LEOPOLD, L. B.; LANGBEIN, W. B. The concept of entropy on landscape evolution. 500-A. *US Geological Survey Prof. Pap.*, 1962.

LEVIGHIN, Susimara Cristina; VIADANA, Alder Guilherme. Perfis geo-ecológicos como técnica para o estudo das condições ambientais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 14 e 15 (26 a 29): 5-19, 2002/2003.

LEVIGHIN, Susimara Cristina. VIADANA, Adler Guilherme. A aplicação dos perfis geo-ambientais em setores da cidade de Rio Claro (SP). In: GERARDI, Lucia Helena de Oliveira (Org.) **Ambientes: estudos de geografia**. Rio Claro: UNESP, 2003. Cap. 5, p. 75-88.

LIBAULT, André Chaves Octave. “Mar de Morro”. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, AGB, nº 46, dez. 1971.

LIMA, Walter de Paula. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2ª ed. Piracicaba: USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Florestais, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n1/03.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2012.

LIMA, Henrique Correa et al. Análise morfométrica da rede de drenagem da bacia do rio do Machado-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 22 (1): 23-34, abr. 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n1/03.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2012.

LIMA, Camila de Sousa; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. **Análise da aplicação do índice de Hack e do perfil longitudinal no rio Preto, Serra do Espinhaço, MG**. XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA, III Encontro do Quaternário Sulamericano. 2011. Disponível em <<http://www.abequa.org.br/trabalhos/RESUMO-ABEQUA-2011geo.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2012.

LIMA-E-SILVA, Pedro Paulo de et al. (Orgs.). **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 1999.

LUIZ, José Carlos. **As unidades de paisagem na Bacia do Rio Guabiroba, Guarapuava-PR e a fragilidade ambiental**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

HADDAD, Eduardo Abjaud. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do Alto São Francisco, Minas Gerais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MACHADO, A.B.M. et al. Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas da Fauna de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas: 1998.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MANZINI, Eduardo José. **Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros.** Marília: Unesp, Programa de Pós Graduação em Educação, Departamento de Educação Especial. Disponível em: <<http://www.sepq.org.br/IIsipeq/anais/pdf/gt3/04.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2013.

MARTINEZ, Maurílio. **Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: o perfil longitudinal.** 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Maringá.

MARTINS, Alécio Perini. **Bacia do ribeirão Cachoeira de Cima, Itapagipe (MG): avaliação ambiental integrada e alternativas de uso.** 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MARTINS, Lúcio Anderson. **Aspectos de campo, petrográficos, química mineral, litoquímica, geocronologia U-Pb e geoquímica isotópica Sm-Nd de tonalitos paleoproterozóicos da porção setentrional da Suíte Alto Maranhão, Minas Gerais.** 2008. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Geologia da Escola de Minas, Ouro Preto.

MARTINS, Marcos Lobato. **Da bateria à enxada: Minas Gerais nos séculos XVIII e XIX.** Diamantina: FAFIDIA, 2000.

MENDONÇA, Luís Eugênio Paulino de. **A questão ambiental numa trajetória histórica: a microbacia do córrego Cercadinho de Belo Horizonte como estudo de caso.** 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia – Tratamento da Informação Espacial) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MENESES, Isabel Cristina R. R. C. de. **Análise geossistêmica na área de proteção ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa, MG.** 2003. Dissertação (Mestrado em Geografia – Tratamento da Informação Espacial) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MIKOSIK, Ana Paula Marés et al. **Confecção e análise do perfil geoecológico da bacia do rio Sagrado (Morretes, PR).** Disponível em <[http://files.gpgeopedologia.webnode.com.br/200000029-86fdc87f79/mares%20mikosik%20et%20al.%20\(2009\).pdf](http://files.gpgeopedologia.webnode.com.br/200000029-86fdc87f79/mares%20mikosik%20et%20al.%20(2009).pdf)>. Acesso em: 06 jul. 2013.

MILARÉ, Édís. **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário.** 6 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 44.690** de 26 de dezembro de 2007a. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica Vertentes do Rio Grande. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=44690&comp=&ano=2007>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

MINAS GERAIS. **Deliberação CERH nº 77**, de 22 de novembro de 2007b. Aprova a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica Vertentes do Rio Grande, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=10892>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01**, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 18 maio 2013.

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.199** de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos e dá outras providências. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Disponível em <<http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?ano=1999&num=13199&tipo=LEI>>. Acesso em: 06 jun. 2012.

MINAS GERAIS. **Lei nº 14.309** de 19 de junho de 2002. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Disponível em <<http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-novamin.html?tipo=LEI&num=14309&comp=&ano=2002&texto=consolidado>>. Acesso em: 06 jun. 2012.

MINAS GERAIS. **Lei Delegada nº 180**, de 20 de Janeiro de 2011. Dispõe sobre a estrutura orgânica da Administração Pública do Poder Executivo do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em <<http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?ano=2011&num=180&tipo=LDL>>. Acesso em: 18 maio 2013.

MINAS GERAIS. **Portaria IGAM nº 49**, de 01 de julho de 2010. Estabelece os procedimentos para a *regularização* do uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13970>>. Acesso em: 18 maio 2013.

MINAS GERAIS. **Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548**, de 29 de março 2012. Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=20939>>. Acesso em: 18 maio 2013.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MOREIRA, Ceres Virgínia Rennó. **Fatores condicionantes das voçorocas na sub-bacia do rio Santo Antônio, bacia do rio das Mortes, MG**. 1992. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MOREIRA, Ceres Virgínia Rennó et al. Aplicação da Termodinâmica para a avaliação do Equilíbrio das Redes Fluviais - a bacia do rio Santo Antônio. **Economia & Energia**, nº 36, jan./fev. 2003. Disponível em: <<http://ecen.com/eee36/termodinamc.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. 4ª ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.

NAIME, Uebi Jorge et al. **Avaliação da aptidão agrícola das terras da Zona Campos das Vertentes - MG**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 91. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Disponível em <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/bpd91_2006_aptidao_campos_vertentes.pdf>. Acesso em 10 nov. 2012.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1979a.

NIMER, Edmon. Um modelo metodológico de classificação de climas. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 41, n. 4, p. 59-89, out./dez. 1979b. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/RBG/RBG%201979%20v41_n4.pdf. Acesso em: 21 out. 2012.

OLIVEIRA, Paula C. A. de O. **Cenários Ambientais e Diagnose da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia-MG**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia: 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Rio+20 termina e documento final ‘O Futuro que Queremos’ é aprovado com elogios e reservas**. 22 jun. de 2012. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20-termina-e-documento-final-o-futuro-que-queremos-e-aprovado-com-elogios-e-reservas/>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

ORTH, D. M. **L’amenagement du Rhin em Alsace: objectifs, moyens, consequence**. 1991. Tese (Doutorado) – Institut de Geographie , Université de Nancy II, França.

PAVÃO, Andrea Dutra Moreira. **Avaliação do índice de vulnerabilidade na bacia hidrográfica do rio Santa Maria-RS**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PETRI, Setembrino et al. Guia de Nomenclatura Estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.16, p 376-387,1986.

PINTO, Daniel Brasil Ferreira. **Qualidade dos recursos hídricos superficiais em sub-bacias hidrográficas da região Alto Rio Grande – MG**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PRIOSTE, Mauro Alexandre de Oliveira. **Bacia hidrográfica do rio das Ostras: proposta para gestão ambiental sustentável**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PRUSKI, Fernando Falco; BRANDÃO, Viviane dos Santos; SILVA, Demetrius David da. **Escoamento superficial**. 2ª Ed. Viçosa: UFV, 2004.

RANIERI, S.B.L. et al. Aplicação de índice comparativo na avaliação do risco de degradação das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 22, p.751-760, 1998. Disponível em: <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v22n4a21.pdf>>. Acesso em: 2 mai. 2013.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Condições de Uso e Proteção das Águas Subterrâneas. In: **Seminário sobre Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: ABAS, ABGE, SBG/SP, 1992. p. 77-87.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Águas subterrâneas. In: BRAGA, B; REBOUÇAS, A. C.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002a. P.119-151.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Água doce no mundo e no Brasil. In: BRAGA, B; REBOUÇAS, A. C.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002b. P.1-37.

REICHERT, José Miguel et al. **Solos Florestais**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos, 2009. Disponível em <http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Disciplinas/SolosFlorestais/Apostila_Teorica%20SF.pdf>. Acesso em 24 nov. 2012.

RESENDE, Ana Paula de Mendonça. **A Organização Social dos Trabalhadores Fabris em São João del-Rei: o caso da Companhia Industrial São Joanense. 1891/1935**. 2003. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Belo Horizonte.

RESENDE, Mauro et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5 ed. Viçosa: NEPUT, 2007.

RITELA, Anderson; SOUZA, Célia Alves de. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Aguapeí – MT, como subsídio para uso e conservação. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas**, Três Lagoas, MS, Nº 7, ano 5, maio 2008. Disponível em <http://www.cptl.ufms.br/revista-geo/artigos-novos-2007/Art307_A.Ritela_C.Souza.pdf>. Acesso em 24 abr. 2013.

ROCHA, Cezar Henrique Barra. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Edições UFSM, 1991.

RODRIGUES, Cleide. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, USP, n. 14, p.69-77, 2001. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/70>>. Acesso em: 03 abr. 2012.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SÁ JÚNIOR, Arionaldo de. **Aplicação da classificação de Köppen para o zonamento climático do Estado de Minas Gerais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Agrícola, Lavras.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de Transição para o século XXI: Desenvolvimento e Meio Ambiente**. São Paulo: Studio Nobel, 1993.

SACHS, Ignacy. **Medio ambiente y desarrollo: conceptos clave de una nueva educación**. n.º 4. Paris: Perspectiva, 1978.

SANTOS, Raphael David dos et al. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5ª ed. (revisada e ampliada). Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

SCHOBENHAUS, Carlos et al. **Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área adjacente incluindo depósitos minerais**, escala 1: 2.500.000. Brasília: DNPM, 1984.

SCOLFORO, José Roberto; CARVALHO, Luis Marcelo Tavares de (Eds.). **Mapeamento e inventário da flora nativa e do reflorestamento de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006. Disponível em <<http://www.inventarioflorestal.mg.gov.br/>>. Acesso em 12 nov. 2012.

SCOLFORO, José Roberto; OLIVEIRA, Antônio Donizette de (coords.). **Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2008. Disponível em: <<http://www.zee.mg.gov.br/>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR (SECTES). **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 2010. 1 mapa.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMAD). **Outorgas**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/outorga>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

SEIDL, M. A.; DIETRICH, W. E.; KIRCHNER, J. M. Longitudinal Profile Development into Bedrock : An Analysis of Hawaiian Channels. **Journal of Geology**, Chicago, v. 102, p. 457-474, 1994.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil**. Escala 1: 2.550.000. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral: Brasília, 2007. 1 mapa.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: folhas SE 23 e SF 23. Brasília: DNPM, 2004. Escala: 1:1.000.000. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=622&sid=9>>. Acesso em: 06 nov. 2012.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ (MINEROPAR). **Glossário Geológico**. Disponível em <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/glossario/conteudo.php?conteudo=S>>. Acesso em: 20 de out. 2012.

SETTI, Arnaldo Augusto et al. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica e Agência Nacional de Águas. 2001. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/livro_Introd-Gerenc-Rec-Hidr.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2012.

SILVA, Alexandre Christofaro et al. Solos do topo da Serra São José (Minas Gerais) e suas relações com o paleoclima no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n. 3, p 455-466, Maio/Jun. 2004.

SILVA, Lilian Coeli Leite da et al. Análise da paisagem a partir da estratificação ambiental: estudo da bacia do córrego Maria Casimira – André do Mato Dentro/MG. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.3, n.4, p. 518-529, 2012. Disponível em <<http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2013.

SILVA, Mirna K. A. **Análise geoambiental das bacias hidrográficas federais do cerrado mineiro**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SILVA, Polyanna Mara de Oliveira. **Modelagem do escoamento superficial e da erosão hídrica na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Marcela, Alto Rio Grande, MG**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL (SIAM). **Mineração**. Disponível em: <<http://www2.siam.mg.gov.br/webgis/mineracao/viewer.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

SOARES, Ângela Maria. **A dinâmica hidrológica na bacia do alto curso do rio Uberabinha – Minas Gerais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SOARES, Eliane Maria Foletto. **Proposta de um modelo de sistema de gestão das águas para bacias hidrográficas – SGABH: microbacia hidrográfica do rio vacacaí-mirim, a montante da RS 287/SANTA MARIA/RS**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOTCHAVA, Victor B. O estudo de geossistemas. **Métodos em Questão**, São Paulo, Instituto de Geografia USP, n. 16, 1977.

SOTCHAVA, Victor B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, São Paulo: Instituto de Geografia USP, n. 14, 1978.

SOUZA, Sérgio Menin Teixeira de (Coord.). **Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: HIDROSISTEMAS/COPASA MG, 1995.

SOUZA, Sérgio Menin Teixeira de (Coord.). **Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: HIDROSISTEMAS/COPASA MG, 1993.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. v. 1.

STRAHLER, A. N. Dynamic Basis of Geomorphology. In: **Geological Society of America Bulletin**, nº 63, 1952. p. 923-938.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. In: **Trans. American Geophysical Union**, nº 38, 1957. p. 913-920.

TEIXEIRA, Maria Lúcia Resende Chaves. **Família escrava e riqueza na Comarca do Rio das Mortes: o Distrito da Lage e o Quarteirão do Mosquito**. São Paulo: Annablume, 2006.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

TÔSTO, Sergio Gomes; CAMPOS, Eneida Maria Goddi; NEVES, César das. **Estudo de avaliação econômica na recuperação de voçoroca em Lagoa Dourada, MG**. Boletim de pesquisa, n. 20. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. Disponível em < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/bp202000lagoadourada.pdf> >. Acesso em 15 abr. 2013.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

TRINDADE, Cônego Raimundo. **Instituições de Igrejas no Bispado de Mariana**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde, 1945.

TROPPMAIR, Helmut. **Biogeografia e Meio Ambiente**. Rio Claro: Edição do autor, 1989.

TROPPMAIR, Helmut. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: Ed. do autor, 2000.

TUCCI, Carlos E. M. e MENDES, Carlos André. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006. 302 p.

UCHÔA, Juliane Cristina Ferreira. **Análise Espacial dos corpos plutônicos do Cinturão Mineiro através da integração de dados geológicos, aerogeofísicos e geoquímicos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geociências, Área de Metalogênese) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas.

VAN BREEMEN, N.; BUURMAN, P. **Soil Formation**. Wageningen: University Wageningen, 1998.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, I. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica. Ecologia da vegetação neotropical. **Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL**, Série Vegetação, Salvador, 1982.

VICENTE, Luiz Eduardo; PEREZ FILHO, Archimedes. Abordagem sistêmica e geografia. **Geografia**, Rio Claro, v.28, n.3, p.323-343, set/dez. 2003. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1122>>. Acesso em: 03 abr. 2012.

VILLELA Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

YANG, C. T. Potencial Energy and Stream Morphology. In: YANG, C. T. **Water Resources Research**. V.7(2), 1971.

**APÊNDICE A – Unidades de mapeamento e principais características dos solos da
bacia do rio Santo Antônio**

Classes de solo	Características das unidades de mapeamento
PVAe8	Associação de ARGISSOLO (70%) e LATOSSOLO (30%) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico: - Textura média/ argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: floresta tropical subcaducifólia / relevo forte ondulado e ondulado. LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico: -Textura argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: floresta tropical subcaducifólia / relevo ondulado.
CXbd3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico: - Textura média; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: floresta tropical subperenifólia (70%) e campo cerrado tropical e cerrado tropical subcaducifólio (30%) / relevo ondulado e forte ondulado (em ambas as ocorrências).
CXbd18	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico: - Textura média; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: cerrado tropical subcaducifólio / relevo ondulado e forte ondulado.
CXbd32	Associação de CAMBISSOLO (60%) e LATOSSOLO (40%) CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico - Textura média; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: campo cerrado tropical e cerrado tropical subcaducifólio / relevo ondulado. LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico: -Textura argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: floresta tropical subcaducifólia / relevo suave ondulado e ondulado.
CXbd34	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico: - Textura média; - Horizonte A moderado;

	- Ocorrência: cerrado tropical subcaducifólio e campo cerrado tropical / relevo forte ondulado e montanhoso.
CXbd37	Associação de CAMBISSOLO (60%) e LATOSSOLO (40%) CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico - Textura média; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: cerrado tropical e cerrado tropical subcaducifólio / relevo ondulado. LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico: -Textura argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: tropical subcaducifólia relevo suave ondulado e ondulado.
CXbd41	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico: - Textura média; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: campo cerrado tropical / relevo forte ondulado e montanhoso / epipedregosa e pedregosa.
CXbd42	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico: - Textura média; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: campo cerrado tropical e cerrado tropical subcaducifólio / relevo forte ondulado e montanhoso.
LVAd4	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico: - Textura argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: floresta tropical subperenifólia / relevo ondulado.
LVAd22	Associação de LATOSSOLO (70%) e ARGISSOLO (30%) LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico: - Textura muito argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: fase floresta tropical subcaducifólia / relevo forte ondulado e montanhoso. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico: - Textura média / argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: floresta tropical subcaducifólia / relevo forte ondulado.

LVAd44	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico, - Textura argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: cerrado tropical subcaducifólio / relevo ondulado.
LVAd45	Associação de LATOSSOLO (60%) e CAMBISSOLO (40%) LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico: - Textura argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: cerrado tropical subcaducifólio / relevo ondulado. CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico: - Textura média; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: cerrado tropical subcaducifólio / relevo forte ondulado e ondulado.
LVAw3	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Ácrico: - Textura argilosa e muito argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: cerrado tropical subcaducifólio relevo ondulado e suave ondulado.
RLd	Associação de NEOSSOLOS (60%) e CAMBISSOLO (40%) NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos e Eutróficos típicos: - Textura média e argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: campo tropical / pedregosa e epipedregosa. CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distróficos e Eutróficos típicos: - Textura média e argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: campo tropical / relevo forte ondulado e montanhoso / pedregosa e epipedregosa.
RYd	Associação de NEOSSOLOS (60%) e CAMBISSOLO (40%) NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos e Eutróficos típicos: - Textura média e argilosa; - Horizonte A moderado; - Ocorrência: floresta tropical perenifólia de várzea e campos tropicais hidrófilos de várzea / relevo plano. GLEISSOLOS HÁPLICOS e MELÂNICOS INDISCRIMINADOS: - Ocorrência: campos tropicais higrófilos de várzea / relevo plano.

Fonte: adaptado de Bauriqui et al. (2006)

APÊNDICE B – Aglomerados rurais da bacia do rio Santo Antônio

Aglomerados rurais	Características demográficas e serviços e equipamentos coletivos
Coronel Xavier Chaves	
Comunidade de Água Limpa	<u>Características demográficas</u>: é constituída por 14 casas, estando 3 fechadas (sem moradores); <u>Características estruturais</u>: não há um núcleo central, mas as casas estão relativamente próximas umas das outras, não há construções recentes, não há calçamento das ruas; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: salão comunitário (utilizado esporadicamente, externamente está em bom estado de conservação) e quadra esportiva de cimento em anexo ao salão; <u>Distância da sede e localização</u>: 3 km, sentido oeste/sudoeste, seguindo a estrada vicinal para Ritápolis, localizada no médio curso do córrego Água Limpa.
Povoado da Cachoeira	<u>Características demográficas</u>: aproximadamente 55 casas, estando 6 fechadas (sem moradores); <u>Características estruturais</u>: formado por cinco núcleos que estão próximos, há construções recentes, há calçamento na rua principal, que dá acesso aos núcleos; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: salão comunitário (utilizado regularmente, recebe agentes comunitários e de saúde da Prefeitura; externamente está em bom estado de conservação), campo de futebol dotado de iluminação, duas igrejas: católica (capela) e evangélica, um bar/mercearia, possui iluminação pública; <u>Distância da sede e localização</u>: 3 km, sentido nordeste, estrada vicinal para os Povoados de Cachoeira e São Caetano, localizada no médio curso do córrego Cachoeira.
Comunidade da Capoeirinha e dos Correios (ou das Correiras)	<u>Características demográficas</u>: Capoeirinha é formada por 11 casas, estando 2 fechadas e 1 para final de semana; em Correios são 7 casas, sendo uma para final de semana;

	<u>Características estruturais</u>: não há um núcleo central em Capoeirinha, mas as casas estão relativamente próximas umas das outras, distribuídas ao longo da estrada principal de acesso á comunidade; em Correios as casas estão dispersas; em ambas não há construções recentes nem ruas, apenas a estrada principal e os acessos para as casas; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: não foi identificado em campo nenhum serviço ou equipamento coletivo; <u>Distância da sede e localização</u>: 10 km, sentido nordeste, estrada vicinal para Resende Costa ou pela BR-383, estão localizadas no médio curso do córrego Correio; <u>Observações</u>: As comunidades da Capoeirinha e dos Correios são contíguas, estando Correios à montante.
Comunidade da Invernada	<u>Características demográficas</u>: formado por 9 casas próximas umas das outras, sendo 1 ocupada em finais de semana; <u>Características estruturais</u>: não há um núcleo principal nem construções recentes, há calçamento na rua principal, que dá acesso à Igreja; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: uma igreja católica, os outros equipamentos estão localizados no povoado do Glória: campo de futebol, o salão comunitário e três bares/mercearias, possui iluminação pública; <u>Distância da sede e localização</u>: 4 km, sentido oeste/sudoeste, estrada para Ritápolis, localizada na margem esquerda do rio Santo Antônio; <u>Observações</u>: a comunidade está contígua ao povoado do Glória, pertencente ao município de Ritápolis. As comunidades estão interligadas por uma ponte de cimento sobre o rio Santo Antônio.
Comunidades dos Pinheiros e da Ponte Alta	<u>Características demográficas</u>: há um núcleo principal (Pinheiros), formado por 10 casas, e mais 5 casas no entorno (Ponte Alta); <u>Características estruturais</u>: não há casas fechadas, construções recentes nem calçamento nas ruas;

	<u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: salão comunitário (utilizado regularmente, recebe agentes comunitários e de saúde da Prefeitura, externamente em bom estado de conservação); <u>Distância da sede e localização</u>: 3 km, sentido nordeste/norte, estrada vicinal para Resende Costa, localizadas no baixo curso do riacho dos Pinheiros; <u>Observações</u>: As comunidades dos Pinheiros e da Ponte Alta são contíguas, estando os Pinheiros localizado à montante.
Lagoa Dourada	
Comunidade do Brumado	<u>Características demográficas</u>: formado por 28 casas, estando 5 sem moradores e 5 ocupadas em finais de semana; <u>Características estruturais</u>: é constituída por casas dispersas, não havendo um núcleo central, mas as casas estão relativamente próximas umas das outras, não há construções recentes, não existem ruas e a ligação entre as casas é feita por estradas; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: campo de futebol e uma igreja católica. <u>Distância da sede e localização</u>: 12 km, sentido sul/sudoeste, BR-383, sentido São João del Rei, localizada no médio curso do córrego Brumado.
Resende Costa	
Povoado do Barracão	<u>Características demográficas</u>: formado por um núcleo principal com 12 casas, sendo 2 utilizadas em finais de semana, e mais 5 casas habitadas dispersas no entorno; <u>Características estruturais</u>: não há casas fechadas, existem duas casas em construção, há calçamento na rua principal; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: campo de futebol, igreja (capela) católica, que funciona regularmente como salão comunitário, um igreja evangélica, dois bar/mercearia, possui iluminação pública; <u>Distância da sede e localização</u>: 7 km, sentido leste, estrada vicinal para Lagoa Dourada, localizada no médio curso do córrego Barracão.

Comunidade da Boa Vista	<u>Características demográficas</u>: são aproximadamente 25 casas, sendo 8 utilizadas em finais de semana; <u>Características estruturais</u>: é constituída por casas dispersas, não havendo um núcleo central, mas as casas estão relativamente próximas umas das outras, não há casas fechadas nem construções recentes, não existem ruas e a ligação entre as casas é feita por estradas; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: não há serviços ou equipamentos coletivos, uma vez que quando há necessidade a comunidade recorre ao Povoado dos Pintos; <u>Distância da sede e localização</u>: 21 km, sentido oeste/noroeste, estrada para São Tiago, localizada nas cabeceiras do ribeirão dos Pintos.
Comunidade Contendas	<u>Características demográficas</u>: são aproximadamente 23 casas, sendo 2 utilizadas em finais de semana; <u>Características estruturais</u>: é constituída por casas dispersas ao longo da estrada de acesso á comunidade, não havendo um núcleo central, existem casas fechadas, não há construções recentes, há calçamento nos trechos mais íngremes da estrada principal; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: campo de futebol, com relação aos outros serviços ou equipamentos coletivos recorre-se ao povoado do Penedo quando há necessidade; <u>Distância da sede e localização</u>: 25 km, sentido oeste/sudoeste, estrada vicinal para a Ritápolis/comunidade do Ramos, e está localizada na margem esquerda do rio Santo Antônio; <u>Observações</u>: a comunidade está contígua ao povoado do Penedo, pertencente ao município de Ritápolis. As comunidades estão interligadas por uma ponte de ferro sobre o rio Santo Antônio.
Comunidade dos Parrucas	<u>Características demográficas</u>: são aproximadamente 20 casas, sendo 10 utilizadas em finais de semana;

	<u>Características estruturais</u>: é constituída por casas dispersas, não havendo um núcleo central, mas as casas estão relativamente próximas umas das outras, não há casas fechadas nem construções recentes, não existem ruas e a ligação entre as casas é feita por estradas; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: campo de futebol, com relação aos outros serviços ou equipamentos coletivos recorre-se ao povoado dos Pintos quando há necessidade; <u>Distância da sede e localização</u>: 17 km, sentido oeste/noroeste, estrada para São Tiago e para o povoado dos Pintos, localizada no trecho médio do ribeirão dos Marianos.
Povoado dos Pintos	<u>Características demográficas</u>: formado por um núcleo principal com 33 casas, sendo 8 utilizadas em finais de semana, e aproximadamente 30 casas dispersas no entorno, estando a maioria habitada; <u>Características estruturais</u>: há construções recentes, há calçamento na rua principal; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: centro comunitário (utilizado regularmente), posto de saúde, escola municipal (1º ao 5º ano), campo de futebol (em terreno particular), uma igreja católica (capela), um bar/mercearia, possui iluminação pública; <u>Distância da sede e localização</u>: 13 km, sentido oeste/noroeste, estrada para São Tiago e para o povoado, localizado no baixo curso do ribeirão dos Marianos.
Povoado do Ribeirão de Santo Antônio	<u>Características demográficas</u>: Ribeirão de Baixo: 27 casas (1 não habitada e 2 para final de semana); Ribeirão do Meio: 10 casas (1 não habitada e 2 para final de semana); Ribeirão de Cima: 41 casas (4 não habitadas, 11 para final de semana, duas da sociedade São Vicente de Paula, sendo uma não habitada); <u>Características estruturais</u>: o povoado é dividido em três núcleos contíguos, há construções recentes, há calçamento na rua principal do Ribeirão de Baixo;

	<u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: centro comunitário (utilizado regularmente, externamente está em bom estado de conservação), posto de saúde, casa paroquial, escola municipal (ensino fundamental e médio), dois campos de futebol, uma quadra na escola, duas igrejas: católica (capela) e evangélica, dois bares/mercearias; <u>Distância da sede e localização</u>: 14 km, sentido noroeste, estrada para Passa Tempo/distrito de Jacarandira. Ribeirão de Baixo, localizado às margens do curso d'água ribeirão de Baixo, na confluência com o curso d'água ribeirão de Cima; Ribeirão do Meio: à margem direita do baixo curso do ribeirão de Cima; Ribeirão de Cima: à margem direita do curso médio do ribeirão de Cima.
Ritápolis	
Povoado do Glória	<u>Características demográficas</u>: formado por um núcleo principal com 21 casas, sendo 2 ocupadas em finais de semana, e 3 casas no entorno; <u>Características estruturais</u>: não há construções recentes, há calçamento na rua principal do povoado; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: campo de futebol, o salão comunitário está fechado, três bares/mercearias e uma igreja católica, essa localizada na comunidade de Invernada, possui iluminação pública; <u>Distância da sede e localização</u>: 7 km, sentido leste/nordeste, estrada para Coronel Xavier Chaves, localizada na margem direita do rio Santo Antônio; <u>Observações</u>: a comunidade está contígua à comunidade de Invernada, pertencente ao município de Coronel Xavier Chaves. As comunidades estão interligadas por uma ponte de cimento sobre o rio Santo Antônio. Há uma empresa de extração de areia do rio, localizada dentro do povoado, que emprega diretamente quatro pessoas.

Povoado do Penedo	<u>Características demográficas</u>: formado por um núcleo principal com aproximadamente 150 casas e 20 casas no entorno, poucas são ocupadas em finais de semana e não há casas fechadas; <u>Características estruturais</u>: não há construções recentes, há calçamento em várias ruas do povoado; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: centro comunitário (utilizado regularmente e em bom estado conservação), posto de saúde, escola municipal (1º ao 5º ano), dois campos de futebol, uma quadra na escola, uma igreja católica (capela), três bares/mercearias, possui iluminação pública; <u>Distância da sede e localização</u>: 9 km, sentido leste/nordeste, estrada para Coronel Xavier Chaves/Resende Costa, localizada na margem direita do rio Santo Antônio; <u>Observações</u>: O povoado está contíguo à comunidade de Contendas, pertencente ao município de Resende Costa. As comunidades estão interligadas por uma ponte de ferro sobre o rio Santo Antônio. Destaca-se que existem duas empresas de mineração de manganês próximas ao povoado, que empregam diretamente cerca de 50 pessoas.
Povoado da Prainha	<u>Características demográficas</u>: formado por um núcleo principal com aproximadamente 150 casas e 50 casas no entorno, algumas são ocupadas em finais de semana e não há casas fechadas; <u>Características estruturais</u>: há construções recentes, há calçamento em várias ruas do povoado; <u>Serviços e equipamentos coletivos</u>: centro comunitário (utilizado regularmente e em bom estado conservação), posto de saúde, escola municipal (1º ao 5º ano), campo de futebol, uma quadra na escola, uma igreja católica (capela), seis bares/mercearias, possui iluminação pública;

	<u>Distância da sede e localização:</u> 4 km, sentido leste/nordeste, estrada para Coronel Xavier Chaves, localizado nas cabeceiras do córrego da Praia, pequeno afluente da margem direita do rio Santo Antônio.
Comunidade dos Ramos	<u>Características demográficas:</u> são aproximadamente 20 casas, a maioria está fechada ou é usada só nos finais de semana; <u>Características estruturais:</u> é constituída por um pequeno núcleo e a maioria das casas está dispersa no entorno, há duas construções recentes, não há calçamento; <u>Serviços e equipamentos coletivos:</u> dois campos de futebol, uma igreja (capela) católica, um salão comunitário (utilizado esporadicamente), um bar/mercearia, possui iluminação pública ao redor da capela; <u>Distância da sede e localização:</u> 15 km, sentido nordeste, estrada vicinal para o povoado do Penedo/Resende costa, localizada na margem direita do rio Santo Antônio. Está a 10 km da cidade de Resende Costa. <u>Observações:</u> a comunidade está às margens do rio Santo Antônio, que é a divisa natural entre os municípios de Ritópolis e Resende Costa. Das 20 casas, 5 estão em Resende Costa, na margem esquerda do rio. Existem duas áreas de extração de areia próximas à comunidade.
Comunidade da Tapera	<u>Características demográficas:</u> formada por 18 casas, todas habitadas; <u>Características estruturais:</u> não há um núcleo central, as casas estão distribuídas ao longo da estrada que liga os povoados do Glória ao Penedo, não há construções recentes, não existem ruas; <u>Serviços e equipamentos coletivos:</u> campo de futebol, um bar/mercearia, com relação aos outros serviços ou equipamentos coletivos recorre-se ao povoado do Penedo quando há necessidade; <u>Distância da sede e localização:</u> 8 km, sentido leste/nordeste, estrada para Coronel Xavier Chaves/Resende Costa, localizada na margem direita do rio Santo Antônio;

	<u>Observações:</u> a comunidade está entre os povoados do Glória e Penedo.
Povoado de Restinga de Cima	<u>Características demográficas:</u> formado por 65 casas, duas são para final de semana; <u>Características estruturais:</u> formado por um núcleo principal e algumas casas próximas, há chá construções recentes, há calçamento em várias ruas do povoado; <u>Serviços e equipamentos coletivos:</u> centro comunitário (utilizado regularmente e em bom estado de conservação), escola municipal (1º ao 5º ano), campo de futebol, uma quadra na escola, duas igrejas: católica (capela) e evangélica, quatro bares/mercearias, possui iluminação pública; <u>Distância da sede e localização:</u> 17 km, sentido norte, BR 494/estrada vicinal para o povoado, localizada nas cabeceiras do ribeirão da Restinga; <u>Observações:</u> há uma plantação comercial de café no entorno da comunidade, na qual várias pessoas trabalham na época da colheita.
Povoado de Restinga de Baixo	<u>Características demográficas:</u> formado por 31 casas, formado por dois pequenos núcleos, Restinga, com 18 casas, e Vargem, com 13 casas. Dessas seis estão fechadas ou são para final de semana; <u>Características estruturais:</u> além dos dois pequenos núcleos várias, as casas estão distribuídas ao longo da estrada que passa pelo povoado, não há construções recentes, há calçamento nos trechos mais íngremes da estrada que passa pelo povoado e no centro do núcleo de Vargem; <u>Serviços e equipamentos coletivos:</u> centro comunitário (atualmente desativado), campo de futebol, uma quadra na escola, uma igreja católica (capela), um bar/mercearia, possui iluminação pública; <u>Distância da sede e localização:</u> 22 km, sentido norte, BR 494/estrada vicinal para o a comunidade, localizada no trecho médio do ribeirão da Restinga. Está a 12 km da cidade de Resende Costa.

	<u>Observações:</u> 4 casas do núcleo de Restinga estão em Resende Costa, na margem esquerda do ribeirão da Restinga, que é a divisa natural entre Resende Costa e Ritápolis.
Comunidade do Redondo	<u>Características demográficas:</u> formada por 15 casas, estando 5 fechadas ou utilizadas só para final de semana; <u>Características estruturais:</u> não há um núcleo central, as casas estão distribuídas ao longo da estrada que passa pela comunidade, não há construções recentes; <u>Serviços e equipamentos coletivos:</u> s um salão comunitário (utilizado esporadicamente), a escola foi desativada, com relação aos outros serviços ou equipamentos coletivos recorre-se ao povoado da Restinga de Cima quando há necessidade; <u>Distância da sede e localização:</u> 22 km, sentido norte, BR 494/ estrada vicinal para Restinga de Cima, localizada nas cabeceiras do córrego Pinheiro, afluente do ribeirão da Restinga;

Fontes: Entrevista semiestruturada realizada entre os dias 11 a 13 de abril de 2013.

**APÊNDICE C – Ordenação e quantificação dos canais de drenagem da bacia do rio
Santo Antônio**

Bacia/sub-bacia/microbacia	Ordenação e número de canais	Extensão dos canais (metros)	Área (Km²)
Bacia do rio Santo Antônio	1ª ordem: 1.376 canais 2ª ordem: 0.338 canais 3ª ordem: 0.067 canais 4ª ordem: 0.016 canais 5ª ordem: 0.004 canais 6ª ordem: 0.002 canais 7ª ordem: 0.001 canal Total: 1.804 canais	1ª ordem: 757.432 m 2ª ordem: 246.918 m 3ª ordem: 140.142 m 4ª ordem: 074.043 m 5ª ordem: 022.995 m 6ª ordem: 043.185 m 7ª ordem: 002.946 m Total: 1.287.661 m	513 km²
Sub-bacia do rio Santo Antônio	1ª ordem: 580 canais 2ª ordem: 146 canais 3ª ordem: 029 canais 4ª ordem: 007 canais 5ª ordem: 002 canais 6ª ordem: 001 canal Total: 765 canais	1ª ordem: 398.781 m 2ª ordem: 140.253 m 3ª ordem: 076.585 m 4ª ordem: 039.104 m 5ª ordem: 010.688 m 6ª ordem: 022.334 m Total: 687.745 m	307,5 km²
Microbacia do ribeirão de Cima	1ª ordem: 46 canais 2ª ordem: 12 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 59 canais	1ª ordem: 28.297 m 2ª ordem: 11.654 m 3ª ordem: 10.032 m Total: 49.983 m	23,36 km²
Microbacia do ribeirão de Baixo	1ª ordem: 48 canais 2ª ordem: 11 canais 3ª ordem: 02 canais 4ª ordem: 01 canal Total: 62 canais	1ª ordem: 37.574 m 2ª ordem: 08.895 m 3ª ordem: 06.892 m 4ª ordem: 06.597 m Total: 59.958 m	29,08 km²
Microbacia do ribeirão dos Marianos	1ª ordem: 59 canais 2ª ordem: 13 canais 3ª ordem: 04 canais	1ª ordem: 43.024 m 2ª ordem: 11.796 m 3ª ordem: 05.031 m	31,30 km²

	4ª ordem: 01 canal Total: 77 canais	4ª ordem: 09.570 m Total: 69.421 m	
Microbacia do ribeirão dos Pintos	1ª ordem: 44 canais 2ª ordem: 10 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 55 canais	1ª ordem: 33.314 m 2ª ordem: 08.345 m 3ª ordem: 11.190 m Total: 52.849 m	23,56 km²
Microbacia do córrego Curtume	1ª ordem: 14 canais 2ª ordem: 04 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 19 canais	1ª ordem: 11.851 m 2ª ordem: 03.725 m 3ª ordem: 03.379 m Total: 18.955 m	7,88 km²
Microbacia do ribeirão da Restinga	1ª ordem: 43 canais 2ª ordem: 11 canais 3ª ordem: 02 canais 4ª ordem: 01 canal Total: 57 canais	1ª ordem: 37.036 m 2ª ordem: 12.906 m 3ª ordem: 05.641 m 4ª ordem: 06.737 m Total: 62.320 m	28,54 km²
Microbacia do ribeirão do Pinhão	1ª ordem: 67 canais 2ª ordem: 22 canais 3ª ordem: 04 canais 4ª ordem: 02 canais 5ª ordem: 01 canal Total: 96 canais	1ª ordem: 41.566 m 2ª ordem: 21.064 m 3ª ordem: 06.604 m 4ª ordem: 03.597 m 5ª ordem: 04.771 m Total: 77.602 m	32,32 km²
Microbacia do córrego Cachoeirinha	1ª ordem: 11 canais 2ª ordem: 02 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 14 canais	1ª ordem: 07.443 m 2ª ordem: 03.047 m 3ª ordem: 01.375 m Total: 11.865 m	5,18 km²
Microbacia do córrego Retiro	1ª ordem: 35 canais 2ª ordem: 09 canais 3ª ordem: 04 canais 4ª ordem: 01 canal Total: 49 canais	1ª ordem: 24.736 m 2ª ordem: 08.990 m 3ª ordem: 06.784 m 4ª ordem: 05.376 m Total: 45.886 m	24,35 km²
Microbacia do córrego da Carioca	1ª ordem: 60 canais 2ª ordem: 14 canais	1ª ordem: 36.401 m 2ª ordem: 12.302 m	24,36 km²

	3ª ordem: 03 canais 4ª ordem: 01 canal Total: 78 canais	3ª ordem: 10.437 m 4ª ordem: 01.496 m Total: 60.636 m	
Sub-bacia do ribeirão do Mosquito	1ª ordem: 782 canais 2ª ordem: 189 canais 3ª ordem: 037 canais 4ª ordem: 009 canais 5ª ordem: 002 canais 6ª ordem: 001 canal Total: 1.020 canais	1ª ordem: 351.586 m 2ª ordem: 104.939 m 3ª ordem: 062.364 m 4ª ordem: 034.939 m 5ª ordem: 012.307 m 6ª ordem: 020.851 m Total: 586.986 m	201 km²
Microbacia do córrego do Tijuco	1ª ordem: 49 canais 2ª ordem: 07 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 57 canais	1ª ordem: 23.610 m 2ª ordem: 06.542 m 3ª ordem: 08.090 m Total: 38.242 m	14,28 km²
Microbacia do córrego Barracão*	1ª ordem: 77 canais 2ª ordem: 20 canais 3ª ordem: 05 canais 4ª ordem: 02 canais 5ª ordem: 01 canal Total: 105 canais	1ª ordem: 35.465 m 2ª ordem: 11.039 m 3ª ordem: 06.249 m 4ª ordem: 07.225 m 5ª ordem: 00.224 m Total: 60.202 m	21,73 km²
Microbacia do córrego do Mosquito	1ª ordem: 23 canais 2ª ordem: 05 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 29 canais	1ª ordem: 10.694 m 2ª ordem: 03.659 m 3ª ordem: 03.463 m Total: 17.816 m	5,20 km²
Microbacia do córrego do Retiro	1ª ordem: 22 canais 2ª ordem: 04 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 27 canais	1ª ordem: 08.741 m 2ª ordem: 02.411 m 3ª ordem: 02.578 m Total: 13.730 m	4,92 km²
Microbacia do córrego Floresta	1ª ordem: 157 canais 2ª ordem: 044 canais 3ª ordem: 010 canais 4ª ordem: 002 canais	1ª ordem: 059.875 m 2ª ordem: 024.007 m 3ª ordem: 011.121 m 4ª ordem: 003.954 m	34,67 km²

	5ª ordem: 001 canal Total: 214 canais	5ª ordem: 006.743 m Total: 105.700 m	
Microbacia do córrego Brumado	1ª ordem: 104 canais 2ª ordem: 024 canais 3ª ordem: 003 canais 4ª ordem: 001 canal Total: 132 canais	1ª ordem: 43.159 m 2ª ordem: 13.386 m 3ª ordem: 05.425 m 4ª ordem: 09.585 m Total: 71.555 m	24,35 km²
Microbacia do córrego Rochedo	1ª ordem: 17 canais 2ª ordem: 05 canais 3ª ordem: 02 canais 4ª ordem: 01 canal Total: 25 canais	1ª ordem: 09.053 m 2ª ordem: 01.604 m 3ª ordem: 02.240 m 4ª ordem: 01.757 m Total: 14.654 m	5,77 km²
Microbacia do córrego Correio	1ª ordem: 52 canais 2ª ordem: 14 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 67 canais	1ª ordem: 19.814 m 2ª ordem: 05.528 m 3ª ordem: 05.330 m Total: 30.672 m	8,41 km²
Microbacia do riacho dos Pinheiros	1ª ordem: 94 canais 2ª ordem: 23 canais 3ª ordem: 04 canais 4ª ordem: 01 canal Total: 122 canais	1ª ordem: 52.347 m 2ª ordem: 12.253 m 3ª ordem: 06.612 m 4ª ordem: 09.907 m Total: 81.119 m	29,34 km²
Microbacia do córrego Roça Grande	1ª ordem: 18 canais 2ª ordem: 04 canais 3ª ordem: 01 canal Total: 23 canais	1ª ordem: 8.249 m 2ª ordem: 2.742 m 3ª ordem: 3.545 m Total: 14.536 m	5,70 km²

Fonte: SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL (2013)

* A microbacia do córrego Barracão engloba o córrego do Quilombo, do qual o córrego Tijuco é um afluente. No entanto, foi feita didaticamente a análise separada da microbacia do córrego do Tijuco por essa ser o principal manancial de abastecimento de água de Resende Costa. Dessa forma, a microbacia do córrego Barracão engloba a soma dos canais e das áreas de duas microbacias do quadro acima: Barracão e do Tijuco.

APÊNDICE D – Densidade de drenagem da bacia do rio Santo Antônio

Bacia/sub-bacia/microbacia	Densidade de drenagem – Dd
Bacia do rio Santo Antônio	2,51 km/km²
Sub-bacia do rio Santo Antônio	2,24 km/km²
Microbacia do ribeirão de Cima	2,14 km/km ²
Microbacia do ribeirão de Baixo	2,06 km/km ²
Microbacia do ribeirão dos Marianos	2,22 km/km ²
Microbacia do ribeirão dos Pintos	2,24 km/km ²
Microbacia do córrego Curtume	2,40 km/km ²
Microbacia ribeirão da Restinga	2,18 km/km ²
Microbacia do ribeirão do Pinhão	2,40 km/km ²
Microbacia do córrego Cachoeirinha	2,29 km/km ²
Microbacia do córrego Retiro	1,88 km/km ²
Microbacia do córrego da Carioca	2,49 km/km ²
Sub-bacia do ribeirão do Mosquito	2,92 km/km²
Microbacia do córrego do Tijuco	2,68 km/km ²
Microbacia do córrego Barracão	2,77 km/km ²
Microbacia do córrego do Mosquito	3,43 km/km ²
Microbacia do córrego do Retiro	2,80 km/km ²
Microbacia do córrego Floresta	3,05 km/km ²
Microbacia do córrego Brumado	2,94 km/km ²
Microbacia do córrego Rochedo	2,54 km/km ²
Microbacia do córrego Correio	3,65 km/km ²
Microbacia do riacho dos Pinheiros	2,77 km/km ²
Microbacia do córrego Roça Grande	2,55 km/km ²

APÊNDICE E – Densidade de rios da bacia do rio Santo Antônio

Bacia/sub-bacia/microbacia	Densidade de rios – Dr
Bacia do rio Santo Antônio	3,52 rios/km²
Sub-bacia do rio Santo Antônio	2,49 rios/km²
Microbacia do ribeirão de Cima	2,53 rios/km ²
Microbacia do ribeirão de Baixo	2,13 rios/km ²
Microbacia do ribeirão dos Marianos	2,46 rios/km ²
Microbacia do ribeirão dos Pintos	2,33 rios/km ²
Microbacia do córrego Curtume	2,41 rios/km ²
Microbacia ribeirão da Restinga	2,00 rios/km ²
Microbacia do ribeirão do Pinhão	2,97 rios/km ²
Microbacia do córrego Cachoeirinha	2,70 rios/km ²
Microbacia do córrego Retiro	2,01 rios/km ²
Microbacia do córrego da Carioca	3,20 rios/km ²
Sub-bacia do ribeirão do Mosquito	5,07 rios/km²
Microbacia do córrego do Tijuco	4,01 rios/km ²
Microbacia do córrego Barracão	4,83 rios/km ²
Microbacia do córrego do Mosquito	5,58 rios/km ²
Microbacia do córrego do Retiro	5,49 rios/km ²
Microbacia do córrego Floresta	6,17 rios/km ²
Microbacia do córrego Brumado	5,42 rios/km ²
Microbacia do córrego Rochedo	4,33 rios/km ²
Microbacia do córrego Correio	7,97 rios/km ²
Microbacia do riacho dos Pinheiros	4,16 rios/km ²
Microbacia do córrego Roça Grande	4,03 rios/km ²

PÊNDICE F – Amplitude do relevo da bacia do rio Santo Antônio

Bacia/sub-bacia/microbacia	Amplitude do relevo – Hm
Bacia do rio Santo Antônio	1.316 m - 892 m = 424 m
Sub-bacia do rio Santo Antônio	1.316 m - 901 m = 415 m
Média da sub-bacia do rio Santo Antônio	1.217 m - 952 m = 265 m
Microbacia do ribeirão de Cima	1.244 m - 979 m = 265 m
Microbacia do ribeirão de Baixo	1.316 m - 979 m = 337 m
Microbacia do ribeirão dos Marianos	1.316 m - 958 m = 358 m
Microbacia do ribeirão dos Pintos	1.265 m - 958 m = 307 m
Microbacia do córrego Curtume	1.138 m - 956 m = 182 m
Microbacia ribeirão da Restinga	1.168 m - 954 m = 214 m
Microbacia do ribeirão do Pinhão	1.218 m - 949 m = 269 m
Microbacia do córrego Cachoeirinha	1.082 m - 948 m = 134 m
Microbacia do córrego Retiro	1.213 m - 936 m = 277 m
Microbacia do córrego da Carioca	1.213 m - 908 m = 305 m
Sub-bacia do ribeirão do Mosquito	1.253 m - 901 m = 352 m
Média da sub-bacia do ribeirão do Mosquito	1.146 m - 948 m = 198 m
Microbacia do córrego do Tijuco	1.221 m - 986 m = 235 m
Microbacia do córrego Barracão	1.253 m - 979 m = 274 m
Microbacia do córrego do Mosquito	1.108 m - 979 m = 129 m
Microbacia do córrego do Retiro	1.082 m - 953 m = 129 m
Microbacia do córrego Floresta	1.181 m - 951 m = 230 m
Microbacia do córrego Brumado	1.170 m - 943 m = 227 m
Microbacia do córrego Rochedo	1.083 m - 939 m = 144 m
Microbacia do córrego Correio	1.131 m - 933 m = 197 m
Microbacia do riacho dos Pinheiros	1.136 m - 909 m = 227 m
Microbacia do córrego Roça Grande	1.095 m - 904 m = 191 m

APÊNDICE G – Resumo de reuniões do CBH Vertentes do Rio Grande

Reunião* / Data	Município	Principais fatos
1 ^a reunião ordinária 18/09/2008	São João del Rei	- Posse dos conselheiros; - Eleição da mesa diretora; - Para a presidência foi eleito o Instituto Rio Limpo, uma vez que a única chapa previamente formada (Presidente: UFSJ e vice-presidente: Instituto Rio Limpo), ficou impossibilitada de assumir devido a ausência do membro legal e a não habilitação do seu representante em fazê-lo; - Representantes de algumas instituições não compareceram à reunião, justificando suas ausências.
2 ^a reunião ordinária 20/11/2008	São João del Rei	- Falta de quórum; - Destacou-se a importância da elaboração de um regimento interno bem feito, para agilidade nas reuniões; - Solicitada a elaboração de projetos visando melhoramentos na área da UPGRH GD2, devendo ser escolhido primeiramente um ponto mais crítico da bacia para servir como modelo; - Destacado que Barbacena iria sediar em março de 2009, o evento do Fórum Mineiro de Comitês; - Levantando o problema da ausência dos conselheiros, sendo solicitado o envio de carta notificando-os.
3 ^a reunião ordinária 21/01/2009	São João del Rei	- Falta de quórum; - Início da discussão do regimento interno; - Decidido que cópia do regimento seria enviando aos conselheiros por e-mail e esses apresentariam suas sugestões, que seriam discutidas na próxima reunião; - Apresentação e discussão da proposta da meta 2014 (Projeto Estratégico – Meta 2014: revitalização da bacia hidrográfica do Rio das Velhas); - Sugestão de que as reuniões ordinárias do CBH fossem itinerantes, realizadas nos vários municípios da UPGRH GD2, e da criação de subcomitês em municípios polos.

4 ^a reunião ordinária 10/02/2009	Prados	- Falta de quórum; - Aprovação do Regimento Interno <i>ad referendum</i>.
5 ^a reunião ordinária 19/05/2009	São João del Rei	- Reunião conjunta, pela manhã, com o Comitê dos Afluentes Mineiros do Alto Rio Grande – CBH GD1; - Apresentação do “Projeto Tecendo a Rede Voçorocas”, elaborado pela ONG Instituto Voçorocas (Projeto Maria de Barro), que envolve mapeamento e recuperação de voçorocas em municípios da área UPGRH GD1, iniciada em 1999; - O objetivo da reunião conjunta foi a apresentação, pelo IGAM, do Termo de Referência para a Elaboração do Plano Diretor das Bacias do Alto Rio Grande (GD1) em conjunto com o Vertentes do Rio Grande (GD2); - Foi aprovada a elaboração separada dos Termos de Referência; - Reunião ordinária do CBH GD2 à tarde; - Apresentação, pelo IGAM, da campanha Água: Faça Uso Legal; - Solicitação da Prefeitura Municipal de Coronel Xavier Chaves para participar do quadro de conselheiros do CBH GD2 (representante do poder público municipal) em lugar da Prefeitura de Nepomuceno, o que foi aceito pelo plenário; - Aprovação de realização de reunião extraordinária visando a escolha de representante para compor a Câmara Técnica Institucional Legal – CTIL.
6 ^a reunião ordinária 17/06/2009	São João del Rei	- Orientação do IGAM quanto à criação da Câmara Técnica, a CTIL; - Criação da 1^a CTIL do CBH GD2 e elencadas sugestões para o seu bom funcionamento; - Aprovação do Termo de Referência para elaboração do Plano Diretor e do projeto a ser encaminhado pelo IGAM ao Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – FHIDRO, visando a contratação de empresa de consultoria para elaboração do Plano Diretor;

		- Discussões sobre o Regimento Interno, aprovado na 4ª reunião ordinária, que obteve parecer jurídico favorável do IGAM em 10/03/09; - Exoneração do vice-presidente e da 1ª secretária por motivo de faltas, devendo ser escolhidos, em eleição, os novos membros.
1ª Reunião extraordinária 20/10/2009	Barroso	- Reunião da CTIL, tendo como objetivo a apreciação do projeto de aproveitamento de potencial hidroelétrico de uma PCH no ribeirão São João, a PCH do Couro do Cervo, no município de Nepomuceno: Processo de Outorga 05098/2009, em nome da Empresa Luzboa S/A. - Destaca-se que tal atribuição é da CTOC, mas essa ainda não estava instituída.
7ª reunião ordinária 21/10/2009	Barroso	- Apresentação ao plenário do projeto da PCH do Couro do Cervo, instalada no município de Nepomuceno, já previamente analisada pela CTIL; - Votação favorável ao parecer da CTIL, o qual autoriza a revitalização da PCH do Couro do Cervo; - Decisão de adiamento das eleições para a diretoria do CBH quanto para a criação da Câmara Técnica de Outorga e Cobrança – CTOC, por falta do devido quórum.
8ª reunião ordinária 24/02/2010	São João del Rei	- Falou-se sobre a necessidade do IGAM dar mais apoio aos Comitês; - Exposição dos principais problemas vividos pelo CBH GD2. Dentre esses, a necessidade de maior participação dos 35 municípios nas reuniões do CBH. Isso se deve à falta de uma maior mobilização pelo Comitê e pelo fato de alguns desses municípios pertencerem também a outro Comitê, no caso o CBH GD1. O não comprometimento dos órgãos estaduais para com as reuniões; - Apresentação de projeto do Movimento Cidadania pelas Águas em parceria com a Prefeitura Municipal de Oliveira, sendo solicitada uma carta de recomendação para que o projeto seja enviado ao FHIDRO.

9 ^a reunião ordinária 09/04/2010	São João del Rei	- Aprovação no plenário do Regimento Interno, aprovado <i>ad referendum</i> na 4^a reunião ordinária; - Informado que todas as propostas de adaptação do Regimento Interno, sugeridas pelo parecer jurídico do IGAM, datado de 10/03/09, foram respeitadas e cumpridas.
10 ^a reunião ordinária 11/08/2010	São João del Rei	- Falta de quórum; - Decisão de envio de comunicado aos conselheiros faltosos falando sobre suas ausências e o consequente prejuízos às ações do CBH, além do possível descredenciamento do quadro de conselheiros, de acordo com Regimento Interno (DN 01/2009).
2 ^a Reunião extraordinária 30/08/2010	São João del Rei	- Reunião da comissão eleitoral do CBH com o objetivo de fazer a contagem de todas as inscrições recebidas durante o processo eleitoral; - Ficou prorrogado o prazo de inscrições por mais 15 dias, a contar da data da reunião, para que se complete o número mínimo necessário para a representatividade de cada seguimento dentro do CBH; - Um membro inscrito atua diretamente na bacia do rio Santo Antônio: Prefeitura Municipal de Coronel Xavier Chaves.
3 ^a Reunião extraordinária 24/09/2010	São João del Rei	- Reunião da comissão eleitoral do CBH com o objetivo de fazer a recontagem de todas as inscrições recebidas durante o processo eleitoral; - Constatou-se que houve o mínimo necessário para criação de novo plenário do CBH, que é de seis representantes para cada setor: poder público estadual e poder público municipal, ambos com 6 candidatos; usuários e sociedade civil organizada, com 8 candidatos cada.
11 ^a reunião ordinária 06/10/2010	São João del Rei	- Informações sobre o convênio assinado entre o IGAM e o CBH GD2, sob a administração do Instituto Rio Limpo. Esse convênio é referente ao repasse de recursos estaduais para as despesas operacionais do CBH; - Representante do Instituto de Governança Social continuou o trabalho de fortalecimento dos comitês e capacitação dos conselheiros.

16 ^a reunião ordinária 16/06/2011	São João del Rei	- Apresentação da empresa Ecoplan Engenharia, uma das responsáveis pela elaboração do Plano Diretor; - Para elaboração do mesmo serão seguidas 4 etapas: 1^a: Plano de Trabalho, 2^a: Diagnóstico, 3^a: Prognóstico e 4^a: Plano Diretor; - Formação da Câmara Técnica de Planos visando o acompanhamento e fiscalização da elaboração do Plano Diretor; - Apresentação inicial da empresa MMX, que está em processo de implementação de um complexo minerário de ferro na cidade de Bom Sucesso.
18 ^a reunião ordinária 01/09/2011	São João del Rei	- Posse dos conselheiros e eleição da mesa diretora, mandato 2011/2013; - O Instituto Rio Limpo, uma das entidades fundadoras do CBH, solicitou oficialmente a desistência de fazer parte do quadro dos conselheiros.
19 ^a reunião ordinária 27/10/2011	São João del Rei	- Apresentação de três projetos a serem encaminhados para obtenção de financiamento junto ao edital do FHIDRO; - Aprovação da criação da Câmara Técnica de Planos e Projetos – CTPP; - Relato da apreciação da CTIL sobre o Diagnóstico do Plano Diretor: a principal falha apontada foi a utilização de dados secundários e defasados na elaboração do mesmo; - A Associação Instituto Ribeirão Santo Antonio - IRIS foi indicada como nova conveniente para gerir o recurso financeiro do convênio IGAM/CBH GD2 junto ao FHIDRO, que versa sobre o custeio das despesas operacionais do CBH.
20 ^a reunião ordinária 16/12/2011	São João del Rei	- Apresentação e aprovação da Deliberação Normativa – DN 04/2011 que cria oficialmente a CTPP; - Eleição dos membros que irão compor a CTPP; - Definido o calendário de reuniões do CBH para o ano de 2012; - Apresentação dos resultados dos trabalhos realizados pelo grupo de trabalho, reunido dia 09/11/2011, sobre a fase de diagnóstico do

		Plano Diretor; - Discussões sobre a DN 03/2011, que autoriza a substituição de entidades faltantes nos termos do artigo 10º do Regimento Interno; - Aprovação da substituição de três conselheiros faltantes. Aprovação da inclusão do IRIS como conselheiro do CBH.
21ª reunião ordinária 25/02/2012	São João del Rei	- Apresentação para aprovação da DN 06/2012 que cria oficialmente a CTIL; - Definição dos coordenadores e vice-coordenadores da CTPP e da CTIL; - Mudança de membro representante do CBH GD2 no CBH Federal do Rio Grande; - Informado que o Plano Diretor continua com seu cronograma sendo executado e ainda serão marcadas três reuniões extras antes da conclusão do mesmo; - Informado que quase toda a documentação para o convênio CBH/FHIDRO/IGAM (DN 07/2012), a ser administrado pelo IRIS, já foi entregue ao IGAM, faltando apenas o plano de trabalho, que já está sendo providenciado; - Informações sobre documentações faltantes dos projetos, apreciados na 19ª reunião ordinária e apresentados ao FHIDRO em 2011.
22ª reunião ordinária 19/04/2012	Barbacena	- Informado que o convênio CBH/FHIDRO/IGAM está em fase de finalização; - Informado sobre a grande quantidade de projetos protocolados junto ao FHIDRO, sendo poucos selecionados devido à qualidade dos mesmos; - Informado que a SEMAD irá realizar curso de capacitação de representantes dos CBHs para elaboração de projetos; - Informações sobre a última reunião do Fórum Mineiro de Comitês; - Definição da instituição, membro do CBH GD2, que irá ocupar vaga no Comitê Federal do Rio Grande, apesar da falta de interesse inicial dos membros do plenário; - Decidido que as duas reuniões de consulta pública de enquadramento do Plano Diretor serão em Lavras, no dia 31/05/2012, e em São João del Rei, no dia 01/06/2012. - Alterado do artigo 10 do Regimento Interno,

		que versa sobre a justificativa das ausências, que deverão ser enviadas ao CBH até 24h antes da reunião; - A Prefeitura de Nazareno substituiu a Prefeitura de Coronel Xavier Chaves, essa excluída por faltas não justificadas.
23^a reunião ordinária 21/06/2012	Bom Sucesso	- Informado que o convênio CBH/FHIDRO/IGAM está em fase de fechamento, uma vez que todos os convênios dos CBHs estão com o secretário de projetos da AGE; - Os membros da CTPP apresentaram considerações referentes à proposta de enquadramento do Plano Diretor; - Apresentação de questionamentos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Bom Sucesso à respeito da instalação da mineradora MMX no município; - Decisão, respaldada por todos os conselheiros, de paralisação das atividades do CBH GD2, assim como do CBH GD1, devido à falta de recursos financeiros para gestão dos mesmos.
24^a reunião ordinária 25/10/2012	São João del Rei	- Eleições para o mandato 2013/2017: apresentação da minuta do processo eleitoral e definição da comissão eleitoral.
25^a reunião ordinária 11/04/2013	São João del Rei	- Reunião de segmentos dos poderes públicos estadual e municipal, dos usuários e das entidades da sociedade civil, com objetivo da escolha, através de processo de votação, das instituições habilitadas para ocuparem as vagas de titular e de suplente.

Fonte: Atas de reuniões ordinárias e extraordinárias do CBH Vertentes do Rio Grande

* As Atas da 12^a, 13^a, 14^a, 15^a e 17^a reuniões ordinárias não foram repassadas pelo CBH.

ANEXO – Análises das águas da bacia do rio Santo Antônio

Ponto 1: abril 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 8423****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 23/4/2012 **Coletor**
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 04257

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM01 - Data da Coleta: 21/04/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,18	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	Ausência	1 x 10³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,128	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,45	Min.5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,24	6,00 a 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	13,50	NC	1,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	° C	20,40	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	0,90	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

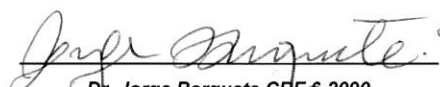
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 8/5/2012


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 1: agosto 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 10197****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 16/8/2012 **Coletor** Cliente
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 08660

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM01 - Data da Coleta: 10/08/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,09	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	Ausência	1x10³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	Não detectado	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,48	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500 G
pH	-	7,37	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	30,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	21,60	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	0,46	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: As Incertezas estão disponíveis no Laboratório. VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 29/8/2012


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 1: novembro 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 11357****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 6/11/2012 **Coletor** 00
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 11689

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM01 - Data da Coleta: 06/11/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	4,5x10 ¹	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	2,72	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	4,5x10 ¹	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	Não detectado	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,27	Min. 5,00	1,00	SWWA 45000 G
pH	-	6,79	6,00 - 9,00	0,01	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	21,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	23,90	NC	0,10	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	3,43	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .
 Incertezas: DBO: UI 0,07; Nitratos: UI 0,068; pH: U% 0,36; Temperatura: U% 0,44.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 20/11/2012



Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090

Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 1: fevereiro 2013

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 12587****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valério Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 5/2/2013 **Coletor** Cliente
Solicitante: Adriano Valério Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 01235

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM01 - Data da Coleta: 05/02/2013

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	Ausência	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	2,21	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	Ausência	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,06	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,05	10,00	0,04	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,41	Min. 5,00	1,00	SWWA 4500 O G
pH	-	6,70	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	33,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	25,20	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	1,12	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .
 Incertezas: DBO: U% 1,74; Fosfato Total: U% 14,35; Nitratos: U% 13,69.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

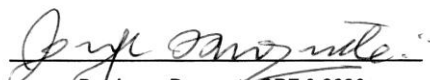
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 20/2/2013


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 2: abril 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 8423****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 23/4/2012 **Coletor**
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 04258

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM02 - Data da Coleta: 21/04/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,33	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	2,1 x 10 ⁵	1 x 10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	0,171	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	1,228	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,41	Min.5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,21	6,00 a 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	71,50	NC	1,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	° C	21,20	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	15,50	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

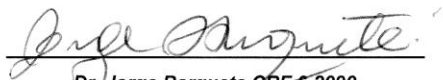
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 8/5/2012


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 2: agosto 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 10197****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 16/8/2012 **Coletor** Cliente
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 08661

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM02 - Data da Coleta: 10/08/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,36	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	2,0x10 ¹	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,298	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,38	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,40	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	55,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	21,10	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	5,44	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: As Incertezas estão disponíveis no Laboratório. VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 29/8/2012


Dr. Jorge Barquete CRF 6.2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 2: novembro 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 11357****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 6/11/2012 **Coletor** 00
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 11690

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM02 - Data da Coleta: 06/11/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	2,1x10 ⁴	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	6,42	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	2,1x10 ⁴	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	4,00	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,15	Min. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,05	6,00 - 9,00	0,01	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	532,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	24,30	NC	0,10	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	165,00	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .
 Incertezas: DBO: UI 0,07; Nitratos: U% 0,17; pH: U% 0,35; Temperatura: U% 0,44.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

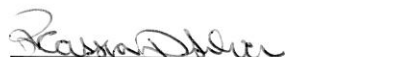
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

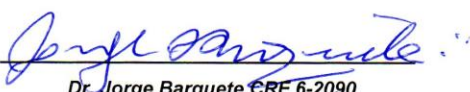
Data: 20/11/2012



Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090

Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 2: fevereiro 2013

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda									
<u>LAUDO DE ANÁLISE Nº 12587</u>									
DADOS DO CLIENTE									
Cliente	Adriano Valerio Resende								
Endereço	Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11								
Cidade	Belo Horizonte	Estado	MG	CEP: 30710-040	Telefone (38) 9974-1987				
CNPJ/CPF:	02768651621			Email:					
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Data Entrada: 5/2/2013</td> <td style="width: 50%;">Coletor Cliente</td> </tr> <tr> <td>Solicitante: Adriano Valerio Resende</td> <td>Grupo: Água</td> </tr> </table>						Data Entrada: 5/2/2013	Coletor Cliente	Solicitante: Adriano Valerio Resende	Grupo: Água
Data Entrada: 5/2/2013	Coletor Cliente								
Solicitante: Adriano Valerio Resende	Grupo: Água								
RESULTADOS ANALÍTICOS									
OS Nº 01236 Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM02 - Data da Coleta: 05/02/2013									
Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia				
Coliformes fecais	NMP/100mL	2,0 x 10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E				
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	8,21	5,00	1,00	SWWA 5210 C				
Escherichia coli	NMP/100mL	2,0 x 10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B				
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,06	SWWA 4110 B				
Nitratos	mg/L	0,243	10,00	0,04	SWWA 4110 B				
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,69	Min. 5,00	1,00	SWWA 4500 G				
pH	-	6,62	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H				
Sólidos totais	mg/L	529,00	NC	10,00	SWWA 2540 B				
Temperatura da Amostra	°C	25,20	NC	-	SWWA 2550 B				
Turbidez	UNT	82,00	100,00	0,02	SWWA 2130 B				
Legenda AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.									
Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II . Incertezas: DBO: U% 5,60; Fosfato Total: U% 14,35; Nitratos: U% 2,82.									
Abrangência Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido									
Plano de Amostragem Plano de amostragem de responsabilidade do interessado									
Data da Realização das Análises O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.									
Data: 20/2/2013									
 Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090 Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315									
Av. Álvares Cabral, 1354 - Lourdes CEP: 30.170-001 - Belo Horizonte - MG - Tel/Fax: (31) 3335-6284 www.hidrocepe.com.br // hidrocepe@hidrocepe.com.br									

Ponto 3: abril 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 8423****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 23/4/2012 **Coletor**
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 04260

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM04 - Data da Coleta: 21/04/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,80	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	4,5 x 10 ¹	1 x 10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	0,174	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,609	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,70	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500 G
pH	-	7,79	6,00 a 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	76,50	NC	1,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	21,20	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	8,09	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5º ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos Instituto Adolfo Lutz, 4º ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

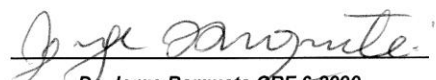
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 8/5/2012


Dr. Jorge Barquete CRF-6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 3: agosto 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 10197****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 16/8/2012 **Coletor** Cliente
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 08662

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM03 - Data da Coleta: 10/08/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,14	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	1,1x10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,473	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,56	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,74	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	57,50	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	21,80	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	3,04	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: As Incertezas estão disponíveis no Laboratório. VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 29/8/2012


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 3: novembro 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda

LAUDO DE ANÁLISE Nº 11357

DADOS DO CLIENTE

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 6/11/2012 **Coletor** 00
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 11691

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM03 - Data da Coleta: 06/11/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	1,4x10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	8,27	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	1,4x10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	Não detectado	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,12	Mín. 5,00	1,00	SWWA 45000 G
pH	-	7,19	6,00 - 9,00	0,01	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	75,50	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	23,70	NC	0,10	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	9,48	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .
 Incertezas: DBO: U% 7,02; Nitratos: UI 0,068; pH: U% 0,35; Temperatura: U% 0,44.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 20/11/2012



Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090

Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Av. Álvares Cabral, 1354 - Lourdes CEP: 30.170-001 - Belo Horizonte - MG - Tel/Fax: (31) 3335-6284
 www.hidrocepe.com.br // hidrocepe@hidrocepe.com.br

Ponto 3: fevereiro 2013

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda					
<u>LAUDO DE ANÁLISE Nº 12587</u>					
DADOS DO CLIENTE					
Cliente	Adriano Valerio Resende				
Endereço	Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11				
Cidade	Belo Horizonte	Estado	MG	CEP: 30710-040	Telefone (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621				Email:	
Data Entrada: 5/2/2013		Coletor Cliente			
Solicitante: Adriano Valerio Resende		Grupo: Água			
RESULTADOS ANALÍTICOS					
OS Nº 01237					
Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM03 - Data da Coleta: 05/02/2013					
Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	1,4 x 10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	5,66	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	1,4 x 10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,06	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,194	10,00	0,04	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,98	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	6,94	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	337,50	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	25,10	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	18,20	100,00	0,02	SWWA 2130 B
Legenda AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos, Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.					
Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II . Incertezas: DBO: U% 1,16; Fosfato Total: U% 14,35; Nitratos: U% 3,53.					
Abrangência Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido					
Plano de Amostragem Plano de amostragem de responsabilidade do interessado					
Data da Realização das Análises O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.					
Data: 20/2/2013					
 Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090 Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315					
Av. Álvares Cabral, 1354 - Lourdes CEP: 30.170-001 - Belo Horizonte - MG - Tel/Fax: (31) 3335-6284 www.hidrocepe.com.br // hidrocepe@hidrocepe.com.br					

Ponto 4: abril 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 8423****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 23/4/2012 **Coletor**
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 04261

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AMQ5 - Data da Coleta: 21/04/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,60	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	2,4 x 10 ⁴	1 x 10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	0,316	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	2,134	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,55	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500 G
pH	-	7,31	6,00 a 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	80,50	NC	1,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	° C	21,10	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	12,20	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

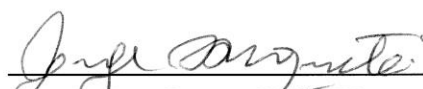
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 8/5/2012


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 4: agosto 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 10197****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 16/8/2012 **Coletor** Cliente
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 08663

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM04 - Data da Coleta: 10/08/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,04	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	6,8x10 ²	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,338	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,41	Min. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,53	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	67,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	21,60	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	1,33	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: As Incertezas estão disponíveis no Laboratório. VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

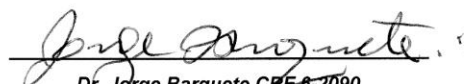
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 29/8/2012


Dr. Jorge Barquete CRF-6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 4: novembro 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 11357****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 6/11/2012 **Coletor** 00
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 11692

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM04 - Data da Coleta: 06/11/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	2,4x10 ⁴	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	6,72	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	2,4x10 ⁴	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	2,00	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,86	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,28	6,00 - 9,00	0,01	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	139,50	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	23,80	NC	0,10	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	29,00	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .
 Incertezas: DBO: UI 0,07; Nitratos: U% 0,34; pH: U% 0,35; Temperatura: U% 0,44.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 20/11/2012



Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090

Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 4: fevereiro 2013

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 12587****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 5/2/2013 **Coletor** Cliente
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 01238

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM04 - Data da Coleta: 05/02/2013

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	2,0 x 10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	2,51	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	2,0 x 10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,06	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,439	10,00	0,04	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,71	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500 G
pH	-	7,14	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	195,50	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	25,20	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	26,20	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed., IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .
 Incertezas: DBO: U% 1,74; Fosfato Total: U% 14,35; Nitratos: U% 1,56.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

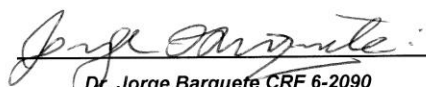
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 20/2/2013


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 5: abril 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 8423****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 23/4/2012 **Coletor**
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 04259

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM02 - Data da Coleta: 21/04/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,22	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	2,4 x 10 ⁴	1 x 10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	0,282	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	1,175	10,00	0,04	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,91	Min.5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,53	6,00 a 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	142,00	NC	1,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	21,30	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	15,10	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

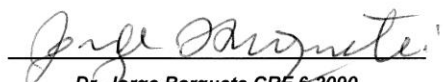
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 8/5/2012


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 5: agosto 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 10197****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 16/8/2012 **Coletor** Cliente
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 08664

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM05 - Data da Coleta: 10/08/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	1,27	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	4,5x10 ¹	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,250	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,36	Min. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,60	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	63,50	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	21,70	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	3,33	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

OAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: As Incertezas estão disponíveis no Laboratório. VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II.

Objetividade

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

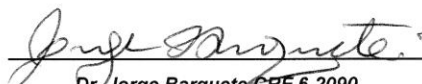
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum esvbio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 29/8/2012


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 5: novembro 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 11357****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 6/11/2012 **Coletor** 00
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 11693

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM05 - Data da Coleta: 06/11/2012

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	1,7x10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	9,92	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	1,7x10 ³	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	2,00	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,94	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,19	6,00 - 9,00	0,01	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	255,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	23,80	NC	0,10	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	60,40	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos, Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .
 Incertezas: DBO: U% 4,69; Nitratos: UI 0,34; pH: UI 0,35; Temperatura: U% 0,44.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 20/11/2012



Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090

Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Av. Álvares Cabral, 1354 - Lourdes CEP: 30.170-001 - Belo Horizonte - MG - Tel/Fax: (31) 3335-6284

www.hidrocepe.com.br // hidrocepe@hidrocepe.com.br

Pág. 5 de 5

Ponto 5: fevereiro 2013

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda**LAUDO DE ANÁLISE Nº 12587****DADOS DO CLIENTE**

Cliente Adriano Valerio Resende
Endereço Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11
Cidade Belo Horizonte **Estado** MG **CEP:** 30710-040 **Telefone** (38) 9974-1987
CNPJ/CPF: 02768651621 **Email:**

Data Entrada: 5/2/2013 **Coletor** Cliente
Solicitante: Adriano Valerio Resende **Grupo:** Água

RESULTADOS ANALÍTICOS

OS Nº 01239

Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM05 - Data da Coleta: 05/02/2013

Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	6,8 x 10 ⁴	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	4,88	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	6,8 x 10 ⁴	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,06	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	0,26	10,00	0,04	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,43	Mín. 5,00	1,00	SWWA 4500O G
pH	-	7,29	6,00 - 9,00	-	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	258,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	25,20	NC	-	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	44,30	100,00	0,02	SWWA 2130 B

Legenda

AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5ª ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimento Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.

Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II .
 Incertezas: DBO: U% 1,16; Fosfato Total: U% 14,35; Nitratos: U% 2,63.

Abrangência

Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido

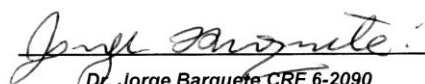
Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado

Data da Realização das Análises

O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

Data: 20/2/2013


Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090
Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315

Ponto 6: novembro 2012

Hidrocepe - Serviços de Qualidade Ltda					
<u>LAUDO DE ANÁLISE Nº 11357</u>					
DADOS DO CLIENTE					
Cliente	Adriano Valerio Resende				
Endereço	Rua Peçanha - 161 - Ap: 404 - Bloco: 11				
Cidade	Belo Horizonte	Estado	MG	CEP:	30710-040
CNPJ/CPF:	02768651621			Telefone	(38) 9974-1987
				Email:	
Data Entrada:	6/11/2012	Coletor	00		
Solicitante:	Adriano Valerio Resende	Grupo:	Água		
RESULTADOS ANALÍTICOS					
OS Nº 11694					
Identificação da amostra: Água do Rio Santo Antônio - AM06 - Data da Coleta: 06/11/2012					
Parâmetro	Unidade	Resultado	VMP	LQ	Metodologia
Coliformes fecais	NMP/100mL	2,0x10 ⁴	1x10 ³	1,80	SWWA 9221 E
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	6,67	5,00	1,00	SWWA 5210 C
Escherichia coli	NMP/100mL	2,0x10 ⁴	1x10 ³	1,80	SWWA 9223 B
Fosfato Total	mg/L	Não detectado	NC	0,056	SWWA 4110 B
Nitratos	mg/L	4,00	10,00	0,041	SWWA 4110 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,82	Min. 5,00	1,00	SWWA 4500 G
pH	-	7,09	6,00 - 9,00	0,01	SWWA 4500 H
Sólidos totais	mg/L	131,00	NC	10,00	SWWA 2540 B
Temperatura da Amostra	°C	23,50	NC	0,10	SWWA 2550 B
Turbidez	UNT	13,10	100,00	0,02	SWWA 2130 B
Legenda AOAC - Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed., 2005; FARM - Farmacopéia Brasileira, 5º ed.; IAL - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos, Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005; LQ - Limite de quantificação; NC - Não consta; ND - Não detectado; NMP - Número mais provável; SWWA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th Ed., 2005; UFC - Unidade formadora de colônia; VMP - Valor máximo permitido.					
Obs. Resultado: VMP - DN - COPAM / CERH - MG nº 1 de 05/05/2008 ; Artigo 14 - Águas Classe II . Incertezas: DBO: UI 0,07; Nitratos: U% 0,17; pH: UI 0,35; Temperatura: U% 0,44.					
Abrangência Os resultados expressos neste laudo referem-se somente ao material recebido					
Plano de Amostragem Plano de amostragem de responsabilidade do interessado					
Data da Realização das Análises O Hidrocepe garante que as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo manual de coleta, quando todo o processo analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Hidrocepe. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.					
Data: 20/11/2012					
 Dr. Jorge Barquete CRF 6-2090 Rita de Cássia D. da Silva CRQ 13315					
Av. Álvares Cabral, 1354 - Lourdes CEP: 30.170-001 - Belo Horizonte - MG - Tel/Fax: (31) 3335-6284 www.hidrocepe.com.br // hidrocepe@hidrocepe.com.br					