



PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ

Diagnóstico e Prognóstico

Belo Horizonte

Junho / 2010



GOVERNADOR DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Antonio Anastásia

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD

José Carlos Carvalho

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM

Diretora Geral

Cleide Izabel Pedrosa de Melo

Diretora de Gestão de Recursos Hídricos

Luiza de Marilac Moreira Camargos

Diretora de Monitoramento e Fiscalização Ambiental

Marília Carvalho Mello

Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos (GPARH)

Célia Maria Brandão Fróes

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA

Presidente

Ricardo Augusto Simões Campos

Vice-Presidente

Luiz Otávio Ziza Valadares

Diretoria de Meio Ambiente e de Novos Negócios

Carlos Gonçalves de Oliveira Sobrinho

Superintendência de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Célia Regina Alves Rennó

Divisão de Licenciamento Ambiental (Gestora do Contrato)

Paulo Emílio Guimarães Filho

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ – CBH SAPUCAÍ

Presidente

Celem Mohallem

GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO - GTA

Paulo Emílio Guimarães Filho – *Coordenação – COPASA*

Betânia Vilas Boas Neves – *COPASA*

Robson Rodrigues dos Santos – *IGAM*

Carlos Henrique Adami – *FIEMG / CBH Sapucaí*

Arthur Ottoni – *UNIFEI / CBH Sapucaí*

COLABORAÇÃO TÉCNICA

Márcia Viana Lisboa Martins – *UNIVERSITAS*

Renato Aguiar – *Prefeitura de Cambuí*

Lilian Márcia Domingues – *IGAM*

Rodrigo Antonio Di Lorenzo Mundim – *IGAM*

EMPRESA RESPONSÁVEL

Vida Prestação de Serviços em Engenharia, Meio Ambiente e Reflorestamento Ltda

Rua da Bahia, 362/901 – Centro, Belo Horizonte – MG

(31) 3274.6642

www.vidameioambiente.com.br

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS – Vida Meio Ambiente

Márcio Augusto Mendes Ferreira – *Engenheiro Civil*

Leandro Henrique de Melo Martins – *Engenheiro Ambiental*

EQUIPE TÉCNICA – Vida Meio Ambiente

Edna Santos – *Economista*

Edson Esteves Campos – *Engenheiro Geólogo*

Glória Regina Oliva Perpétuo – *Socióloga*

Jennifer Gonçalves Ayres Pimenta – *Geógrafa*

Joacir Luz Filho – *Biólogo*

Julimara Alves Devens – *Eng. Civil, especialista em Recursos Hídricos*

Leandro Henrique de Melo Martins – *Eng. Ambiental*

Márcio Augusto Mendes Ferreira – *Eng. Civil*

Mariana Barbosa Timo – *Eng. Ambiental*

Maristela de Cássia T. Dias Lopes – *Eng. Ambiental*

Thaís Elias Almeida – *Bióloga*

Eric Oliveira Perreira – *Estagiário Geografia*

Leonardo Mateus P. de Knecht – *Estagiário Geografia*

Malena Silva Nunes – *Estagiária Geografia*

APRESENTAÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Sapucaí localiza-se na região sul do Estado de Minas Gerais e possui área de drenagem de 8.824 km². A região, por seus atrativos naturais e nível de desenvolvimento, é muito procurada para instalação de empreendimentos dos mais diversos setores usuários dos recursos hídricos: saneamento, agropecuária, energia hidroelétrica, transporte hidroviário, indústrias e turismo. Entretanto, não possui, até hoje, um plano diretor para que sua ocupação e desenvolvimento tenham como princípio a sustentabilidade.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Sapucaí tem, portanto, o papel fundamental de subsidiar ao Comitê de Bacia Hidrográfica, já instituído nessa bacia, e ao poder executivo no nível municipal e estadual a busca de realização de ações de melhoria e preservação quantitativa e qualitativa desse recurso que, apesar dos problemas já apontados no diagnóstico realizado nos estudos, ainda é bastante abundante na bacia.

O Plano Diretor agora apresentado e desenvolvido em consonância com a legislação de recursos hídricos é um instrumento de gestão abrangente que retrata a situação atual da bacia com profundidade, assim como apresenta um prognóstico das demandas hídricas e sua compatibilização com a disponibilidade no médio e longo prazo.

Esse trabalho envolveu a dedicação, de diversos especialistas da empresa contratada, a VIDA Meio Ambiente, e também do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, do Comitê da Bacia Hidrográfica – CBH Sapucaí e da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, o que contribuiu para a geração de um documento com maior participação e qualidade. A participação da sociedade civil e dos diversos atores estratégicos interessados na bacia do rio Sapucaí se deu por meio de quatro rodadas de consultas públicas realizadas, a cada rodada, em três cidades escolhidas para representar o Alto, Médio e Baixo Sapucaí.

A disseminação das informações e propostas do Plano representará, com certeza, um incentivo às iniciativas de preservação da bacia do rio Sapucaí, e sua atualização periódica, utilizando-se do apoio das várias instituições de ensino de renome instaladas na região, trará uma maior credibilidade e efetividade ao uso sustentável dos recursos hídricos na bacia.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Características Fisiográficas	19
2. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO.....	28
2.1 Geologia e Recursos Hídricos de Subsuperfície.....	28
2.1.1 Tectônica e Magmatismo Regional.....	28
2.1.2 Geologia Estrutural Regional	31
2.1.3 Litologia da Bacia	31
2.1.4 Hidrogeologia.....	33
2.1.4.1 Sistemas Aqüíferos Fissurados	35
2.1.4.2 Aqüíferos em Meios Granulares	38
2.1.4.3 Sistema Aqüífero Aluvial	39
2.1.5 Importância dos Aqüíferos em Rochas Cristalinas	40
2.1.5.1 Formas de Ocorrência	42
2.1.5.2 Manto de Intemperismo	42
2.1.5.3 Rocha Fraturada ou Fissurada	44
2.1.5.4 Características Hidráulicas	45
2.1.5.5 Produtividade dos poços em rochas cristalinas.....	45
2.1.6 Qualidade da Água em Aqüíferos Fraturados	47
2.1.7 Caracterização do Aqüífero Aluvial	47
2.1.7.1 Constituição granulométrica do depósito aluvial	48
2.1.7.2 Integração água superficial – água subterrânea de aluvião	49
2.1.8 Cálculo das Vazões e Profundidade dos Poços	55
2.1.9 Recursos Minerais.....	60
2.2 Geomorfologia.....	67
2.2.1 Caracterização Geral da Área de Estudo	67
2.2.2 Unidades Geomorfológicas	68
2.2.2.1 Colinas e topos alongados e aplainados	68
2.2.2.2 Planícies Fluviais	69
2.2.2.3 Afloramentos Rochosos.....	71

2.2.3	Considerações Finais.....	71
2.3	Pedologia	73
2.3.1	Tipos de solos da Bacia do Sapucaí	77
2.3.1.1	Latossolos	77
2.3.1.2	Podzólicos.....	79
2.3.1.3	Cambissolos.....	79
2.3.1.4	Solos Aluviais.....	80
2.3.2	Considerações Finais.....	80
2.4	Aspectos Climáticos.....	83
2.4.1	Sistemas Atmosféricos Atuantes na Bacia do Sapucaí	83
2.4.1.1	Sistemas de Larga Escala	84
2.4.2	Sistemas de Meso Escala	84
2.4.2.1	Correntes Perturbadas de Sul	84
2.4.2.2	Correntes Perturbadas de Leste.....	85
2.4.2.3	Correntes Perturbadas de Oeste.....	85
2.4.3	Aspectos climáticos da Bacia do Sapucaí.....	86
2.4.3.1	Comportamento pluviométrico da Bacia do Rio Sapucaí.....	88
2.4.4	Considerações Finais.....	97
3.	<i>DIAGNÓSTICO DA VEGETAÇÃO DA BACIA DO RIO SAPUCAÍ</i>	99
3.1	Metodologia	99
3.2	Caracterização da vegetação.....	100
3.2.1	Mata Atlântica.....	104
3.2.1.1	Floresta Ombrófila Densa	104
3.2.1.2	Floresta Ombrófila Mista.....	105
3.2.1.3	Floresta Estacional Semidecidual.....	106
3.2.1.4	Vegetação ciliar	106
3.2.1.5	Afloramentos rochosos e Campos de altitude	107
3.2.2	Cerrado	108
3.2.2.1	Campo.....	109
3.2.2.2	Cerrado Sentido Restrito	110

3.3	Estado de conservação da vegetação da Bacia do rio Sapucaí	110
3.3.1	Impactos sobre a vegetação na Bacia do rio Sapucaí.....	111
3.3.1.1	Vegetação ciliar e nascentes	112
3.3.1.2	Topos de morros, montes, montanhas e serras	115
3.3.1.3	Encostas com declividade superior a 45°	115
3.3.1.4	Áreas com altitude superior a 1.800 metros	116
3.3.2	Áreas Prioritárias para Conservação	116
3.3.3	Unidades de Conservação.....	121
3.3.4	Zoneamento ecológico-econômico de Minas Gerais	122
3.3.5	Áreas Prioritárias para criação de Unidades de Conservação e Preservação de Mananciais	122
4.	DIAGNÓSTICO DOS ASPECTOS DA FAUNA.....	125
4.1	Fauna associada à Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí.....	125
4.1.1	Avifauna.....	125
4.1.2	Mastofauna.....	129
4.1.3	Ictiofauna.....	131
4.2	Caracterização da Fauna, análise de suas interferências e relações no Ciclo hidrológico da região.....	137
4.2.1	Avifauna.....	138
4.2.2	Herpetofauna.....	140
4.2.3	Mastofauna.....	142
4.2.4	Ictiofauna.....	143
4.3	Problemas enfrentados pela fauna e sua influência nos recursos hídricos.	144
4.4	Trabalho de Campo	147
4.5	Áreas de Conservação de Fauna	150
5.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	152
5.1	Metodologia	152
5.2	Resultados.....	154
6.	DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL.....	172
6.1	Estudos hidrológicos já realizados na bacia	173
6.2	Metodologia de Quantificação de Disponibilidade Hídrica	177

6.2.1	Pontos Notáveis.....	179
6.2.2	Vazões Características Mínimas	185
6.2.2.1	Obtenção da $Q_{7,10}$	185
6.2.2.2	Curva de Permanência e Vazão Q_{95}	193
6.2.3	Vazões Máximas	198
6.2.3.1	Resultados da Q_{max} em pontos notáveis na bacia	204
6.2.4	Vazões médias de longo período.....	206
6.2.4.1	Resultados da Q_{mlp} em pontos notáveis na bacia	211
6.2.5	Considerações Finais e Recomendações.....	213
7.	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	216
7.1	Fontes e formas de poluição das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí ..	218
7.1.1	Esgoto Sanitário	219
7.1.2	Efluentes da mineração	219
7.1.3	Efluentes da indústria	220
7.1.4	Agropecuária.....	220
7.2	Projeto Águas de Minas	221
7.3	Indicadores Ambientais	224
7.3.1	Índice de Qualidade de Água – IQA	225
7.3.2	Contaminação por tóxicos – CT.....	227
7.4	Resultados.....	228
7.4.1	Avaliação Histórica.....	228
7.4.2	Monitoramentos Recentes.....	237
7.5	Considerações Finais	242
8.	DIAGNÓSTICO DA DINÂMICA SOCIAL	244
8.1	Processo de ocupação e desenvolvimento econômico	246
8.2	Diagnóstico da Dinâmica Populacional.....	251
8.2.1	Caracterização Demográfica.....	251
8.2.2	Distribuição espacial da população	257
8.2.3	Densidade demográfica	262
8.2.4	Índice de desenvolvimento humano	266

8.2.5	Saúde	268
8.3	Diagnóstico dos Aspectos Econômicos	272
8.3.1	Atividades Econômicas.....	273
8.3.1.1	PIB	274
8.3.1.2	Indústria e Comércio.....	277
8.3.1.3	Setor Industrial de Santa Rita do Sapucaí.....	279
8.3.1.4	Transporte.....	280
9.	SANEAMENTO AMBIENTAL	282
9.1	Abastecimento de Água	283
9.2	Esgotamento sanitário	287
9.3	Resíduos Sólidos.....	292
10.	INSTRUMENTOS DE POLÍTICA URBANA E AMBIENTAL	295
10.1	Instrumentos de gestão urbana	295
10.2	Estrutura municipal de Gestão ambiental.....	296
10.3	Identificação dos atores estratégicos.	298
10.4	Identificação de conflitos potenciais	301
11.	OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS	304
11.1	Campanha de Regularização do Uso da Água	305
11.2	Levantamento das informações sobre outorga na bacia do rio sapucaí.....	306
11.3	Outorga Significantes de mananciais Superficiais	308
11.3.1	Evolução Temporal das Outorgas Superficiais.....	312
11.3.2	Outorgas Significantes de Mananciais Superficiais por Ponto Notável.....	313
11.4	Outorgas Significantes de Mananciais Subterrâneos.....	318
11.4.1	Evolução Temporal das Outorgas Subterrâneas.....	321
11.5	Comparação entre as evoluções temporais das outorgas superficiais e subterrâneas.....	322
11.6	Certidão de Uso insignificante	326
12.	DEMANDA HÍDRICA SUPERFICIAL.....	329
12.1	Evolução da demanda hídrica superficial	331
12.1.1	Cenário Tendencial para 10 anos	331

12.2	Conclusões.....	340
13.	BALANÇO HÍDRICO SUPERFICIAL	342
14.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	348
15.	ANEXOS	355
15.1	ANEXO A – Mapa Hipsométrico	355
15.2	ANEXO B – Mapa Geológico.....	357
15.3	ANEXO C – Mapa Hidrogeológico.....	359
15.4	ANEXO D – Processos Minerais na Bacia do Rio Sapucaí.....	361
15.5	ANEXO E - Séries históricas das estações metereológicas presentes na Bacia do Sapucaí.....	363
15.6	ANEXO F – Resultados das Entrevistas Ictiofauna.....	371
15.7	ANEXO G – Curvas representativas das distribuições Pearson tipo III, log - Pearson tipo III e log-Gumbel para as vazões mínimas, apoiando-se na expressão analítica de show, para as estações fluviométricas estudadas.....	377
15.8	ANEXO H – Curvas representativas das distribuições Pearson tipo III e log Pearson III para as vazões máximas, apoiando-se na expressão analítica de show, para as estações fluviométricas estudadas.....	383
15.9	ANEXO I – Indicadores de Saneamento Básico	389
15.10	Anexo J – Cadastro da Campanha de Regularização.....	391
15.11	Anexo K – Mapa dos Usos da Água	399
15.12	Anexo L – Resumo das Demandas Superficiais Outorgadas.....	401

Lista de Fotos

Foto 1 – Mares de morro de Maria da Fé /MG.....	69
Foto 2 – Planície de inundação em Turvolândia.....	70
Foto 3 – Afloramento rochoso próximo a Turvolândia	71
Foto 4 – Aspecto das residências alagadas pelas águas do Rio Sapucaí, a margem da BR 290, na saída de Pouso Alegre para Ouro Fino.....	72
Foto 5 – Latossolo vermelho-amarelo exposto, preparado para o cultivo.....	77
Foto 6 – Aspecto de um corte de estrada em latossolo vermelho-escuro em Elói Mendes. Destaque para a profundidade do solo	78
Foto 7 – A direita da foto, plantio de café e banana. Ao fundo e a esquerda, mesmo apresentando elevado grau de inclinação, é possível perceber que o solo já foi ou será cultivado. Em primeiro plano, solo suscetível à erosão.	81

Foto 8 – Interior de uma Floresta Ombrófila Mista, destacando-se <i>Araucaria angustifolia</i>	105
Foto 9 – Aspecto geral da Floresta Estacional Semidecidual.....	106
Foto 10 – Aspecto geral da Vegetação ciliar do rio Dourado	107
Fotos 11 e 12 – Vegetação Ciliar substituída por pastagens e áreas urbanas	113
Fotos 13 e 14 – Vegetação Ciliar substituída por plantios de arroz e espécies exóticas.....	114
Foto 15 – APP's de topo de morro substituídas por culturas.....	115
Foto 16 – APPs de topo de morro substituídas por culturas	116
Fotos 17 e 18 – Plantações de café em encostas e os sinais evidentes de degradação e exposição do solo à erosão na foto da direita.....	163
Foto 19 – Bananeiral em encosta.	165
Foto 20 – Enchente em Pouso Alegre – fevereiro de 2009	271
Foto 21 e 22 – Situação de deposição dos resíduos sólidos em Itajubá em 2005 (Foto 21) e 2009 (Foto 22).....	294

Lista de Figuras

Figura 1 – Municípios da bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí	21
Figura 2 – Encarte Tectônico	30
Figura 3 – Localização dos poços da COPASA: escala 1:600.000	56
Figura 4 – Estimativa de vazões subterrâneas. Escala: 1:600.00	57
Figura 5 – Profundidade dos poços da COPASA	59
Figura 6 – A interferência do solo no equilíbrio da biodiversidade.	76
Figura 7 – Estações pluviométricas na Bacia do Sapucaí.....	91
Figura 8 – Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na bacia do rio Sapucaí. 118	
Figura 9 – Áreas prioritárias para a conservação da Flora na bacia do rio Sapucaí.....	119
Figura 10 – Áreas prioritárias para conservação de aves em Minas Gerais	139
Figura 11 – Áreas prioritárias para conservação da herpetofauna de Minas Gerais	141
Figura 12 – Áreas prioritárias para conservação de mamíferos em Minas Gerais.....	143
Figura 13 – Áreas prioritárias para conservação de Peixes de Minas Gerais.....	144
Figura 14 – Estações fluviométricas adotadas para o estudo hidrológico da bacia do rio Sapucaí.	178
Figura 15 – Pontos notáveis da $Q_{7,10}$ contidos na Tabela 19 para a bacia do Sapucaí.	180
Figura 16 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61267000 – Delfim Moreira.	193
Figura 17 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61271000 – Itajubá.	194
Figura 18 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61280000 - Bairro Santa Cruz.	194
Figura 19 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61295000 – Brasópolis.	195
Figura 20 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61305000 - Santa Rita do Sapucaí. 195	
Figura 21 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61350000 - Conceição dos Ouros... 196	
Figura 22 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61370000 - Ponte do Rodrigues 196	
Figura 23 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61390000 - Vargem do Cervo 197	

Figura 24 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61410000 - Careaçu	197
Figura 25 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61425000 - Paraguaçu	198
Figura 26 – Vazões Anuais Médias - Estação 61267000 – Delfim Moreira.	206
Figura 27 – Vazões Anuais Médias - Estação 61295000 – Brasópolis.	206
Figura 28 – Vazões Anuais Médias - Estação 61350000 - Conceição dos Ouros.	207
Figura 29 – Vazões Anuais Médias - Estação 61271000 – Itajubá.	207
Figura 30– Vazões Anuais Médias - Estação 61280000 - Bairro Santa Cruz.	208
Figura 31 – Vazões Anuais Médias - Estação 61305000 - Santa Rita do Sapucaí.....	208
Figura 32 – Vazões Anuais Médias - Estação 61370000 - Ponte do Rodrigues.....	209
Figura 33 – Vazões Anuais Médias - Estação 61390000 - Vargem do Cervo	209
Figura 34 – Vazões Anuais Médias - Estação 61410000 - Careaçu	210
Figura 35 – Vazões Anuais Médias - Estação 61425000 - Paraguaçu	210
Figura 36 – Localização das estações de amostragem de qualidade das águas na bacia do Rio Sapucaí.	217
Figura 37 – Caracterização da contaminação por tóxicos.....	228
Figura 38 – Distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem de 1997 a 2006.....	229
Figura 39 – Distribuição das faixas do CT (Contaminação por tóxicos) por estação de amostragem de 1997 a 2007.	231
Figura 40 – Coliformes termotolerantes nas estações do Rio Sapucaí em 2007.....	236
Figura 41 – Mapa da Qualidade de 2008: média anual.....	237
Figura 42 – Mapa da Qualidade de 2009: 1ª campanha.	242
Figura 43 – Bacia Hidrográfica do Rio Grande, com destaque para as unidades de gestão que correspondem à sub-bacia do Rio Sapucaí.	244
Figura 44 – Vertente Paulista da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí – Unidades hidrográficas principais e sua localização em relação aos municípios da UGRHI-1.....	245
Figura 45 - Macrorregião Sul: divisão assistencial por microrregião	269
Figura 46 – Concessionárias de Água na Bacia do Rio SAPUCAÍ.....	285
Figura 47 – Concessionárias de esgoto na Bacia do Rio SAPUCAÍ	291
Figura 48 – Pontos notáveis tomados como referência para balanço-hídrico superficial bem como espacialização das outorgas totais na bacia.....	343

Lista de Quadros

Quadro 1 – Relação entre a litologia e os Sistemas Aquíferos	34
Quadro 2 – Condições ambientais ideais para a maioria das culturas.....	75
Quadro 3 – Espécies de Avifauna encontradas na Bacia do Rio Sapucaí.....	127
Quadro 4 – Lista de espécies da mastofauna.....	131
Quadro 5 – Resultado das espécies de ictiofauna levantadas em bibliografia.	135
Quadro 6 – Cronograma das visitas às Universidades, na etapa Campo I;.....	147
Quadro 7 – Cronograma das visitas às Universidades, na etapa Campo II;.....	148

Quadro 8 – Cronograma das visitas aos municípios para a realização das entrevistas.	148
Quadro 9 – Pedidos de licença ambiental de barragens para geração de energia elétrica na bacia do rio Sapucaí.....	168
Quadro 10 – Principais Industrias na bacia do Rio Sapucaí.....	170
Quadro 11 – Descrição das Estações de Amostragem de Qualidade de Água	216
Quadro 12 – Densidade de estações de amostragem	218
Quadro 13 – Principais fatores de pressão associados aos indicadores de degradação em 2007 e os parâmetros que tiveram as maiores violações no período de 1997 a 2007 para cada estação de amostragem.....	234

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Curva hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí	25
Gráfico 2 – Perfil longitudinal do Rio Sapucaí.....	26
Gráfico 3 – Sazonalidade média das chuvas para três municípios da Bacia do Sapucaí.....	95
Gráfico 4 – Relação entre os decêndios da estação chuvosa e a frequência média de dias consecutivos de chuvas	96
Gráfico 5 – Média das máximas anuais de 1968 a 1998 para três municípios da Bacia.	97
Gráfico 6 – Número de vezes que cada espécie foi citada pelos entrevistados.	150
Gráfico 7 – Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários segundo trechos da BHRS – 51 municípios	156
Gráfico 8 – Estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar.....	158
Gráfico 9 – Principais culturas em termos de área plantada: lavouras temporária e permanente.	161
Gráfico 10 – Principais produtos agrícolas nos municípios com território na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí.....	162
Gráfico 11 – Distribuição percentual dos municípios da GD5 por classes de tamanho da população.....	258
Gráfico 12 – Evolução da densidade demográfica	263
Gráfico 13 – Percentual de recursos contratados em relação ao disponibilizado para 2006 e 2007.....	301
Gráfico 14 – Campanha Uso Legal – GD5 – Finalidades de Uso	306
Gráfico 15 – Outorgas Superficiais na bacia do Rio Sapucaí (numero de outorgas).....	309
Gráfico 16 – Outorgas Superficiais na bacia do Rio Sapucaí (vazão).....	311
Gráfico 17 – Evolução Temporal do número de Outorgas Superficiais na Bacia do Rio Sapucaí	312
Gráfico 18 – Evolução Temporal das vazões outorgadas nos mananciais superficiais da Bacia do Rio Sapucaí.....	313
Gráfico 19 – Porcentagem de acordo com o numero de outorgas para uso de água subterrânea	319

Gráfico 20 – Porcentagem de acordo com a vazão outorgada para os usos de água subterrânea identificados na bacia do Rio Sapucaí.....	320
Gráfico 21 – Vazão outorgada para os usos de água subterrânea	320
Gráfico 22 – Evolução Temporal do número de Outorgas Subterrâneas na Bacia do Rio Sapucaí.	321
Gráfico 23 – Evolução Temporal das vazões outorgadas nos mananciais subterrâneos da Bacia do Rio Sapucaí.....	322
Gráfico 24 - Evoluções temporais das outorgas superficiais e subterrâneas.....	323
Gráfico 25 – Comparação das vazões das outorgas superficiais e subterrâneas.....	325
Gráfico 26 – Certidões de uso insignificante na bacia do Rio Sapucaí	327
Gráfico 27 – Demandas (vazões em m ³ /s) outorgadas a nível estadual (junho/09) e federal (dez/2008) para os diferentes usos.....	330
Gráfico 28 – Evolução da demanda outorgada de 2009 até 2020, em m ³ /s (demandas outorgadas pelo IGAM – jun/09 e ANA-dez/09).....	340

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Características Fisiográficas da Bacia do Rio Sapucaí	22
Tabela 2 – Densidade de Drenagem das sub-bacias do Rio Sapucaí	24
Tabela 3 – Poços profundos perfurados pela COPASA na área da Bacia.....	50
Tabela 4 – Identificação das estações utilizadas.....	93
Tabela 5 – Precipitação Acumulada na Bacia do Sapucaí.....	94
Tabela 6 – Cobertura de vegetação nativa (em hectares) por município da Bacia do rio Sapucaí segundo Carvalho <i>et al.</i> 2005	102
Tabela 7 – Áreas de Preservação Permanente em beiras cursos d’água	112
Tabela 8 – Unidades de Conservação de Proteção Integral existentes na Bacia do rio Sapucaí	121
Tabela 9 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável existentes na Bacia do rio Sapucaí	121
Tabela 10 – Tempo que cada entrevistado reside no respectivo município, em anos.....	149
Tabela 11 – Principal uso atribuído ao rio pelos entrevistados	149
Tabela 12 – Tabela de quantificação dos Usos do Solo da bacia do rio Sapucaí.....	154
Tabela 13 - Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários em 2006 - Percentual (%).....	156
Tabela 14 – Bovinocultura: número de cabeças de gado por trecho da BHRS	159
Tabela 15 – Produção de origem animal 2007 – Leite	159
Tabela 16 - Principais produtos da lavoura temporária e permanente Minas Gerais – 2007 ..	160
Tabela 17 – Dados das estações fluviométricas utilizadas por Maia (2003).....	174
Tabela 18 – Estudos hídricos na Bacia do Sapucaí.	176
Tabela 19 – Dados das estações fluviométricas utilizadas.	179

Tabela 20 – Resumo da disponibilidade hídrica em termos de $Q_{7,10}$ e vazão específica (q) ...	188
Tabela 21 – Comparação dos valores da $Q_{7,10}$ para as estações da Tabela 18 com os estimados pelas equações de ajustes Eqs.01 e 02	190
Tabela 22 – Disponibilidade hídrica superficial mínima ($Q_{7,10}$) em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência.....	192
Tabela 23 – Resumo da disponibilidade hídrica em termos de $Q_{máx,10}$ e vazão específica (q)	203
Tabela 24 – Comparação dos valores da $Q_{máx,10}$ para as estações da Tabela 18 com os estimados pela equação de ajuste (Eq.05).....	203
Tabela 25 – Vazões máximas em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência.....	205
Tabela 26 – Comparação dos valores da Q_{mip} para as estações da tabela 03 com os estimados pela equação de ajuste (Eq.03).....	211
Tabela 27 – Vazões médias de longo período em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência.....	212
Tabela 28 – Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas.....	223
Tabela 29 – Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias.....	224
Tabela 30 – Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem na bacia do Rio Sapucaí.....	224
Tabela 31 – Classificação do IQA.....	226
Tabela 32 – Resultados do IQA para as estações na bacia do Rio Sapucaí de 1997 a 2006.	230
Tabela 33 – Resultados da CT para as estações na bacia do Rio Sapucaí de 1997 a 2007 ..	232
Tabela 34 – Resultados dos parâmetros analisados na 1ª campanha de 2009 na bacia do Rio Sapucaí	239
Tabela 35 – Condições mais críticas na bacia do Rio Sapucaí.....	241
Tabela 36– Área territorial dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí (GD5)	245
Tabela 37 – Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí instalados no século XIX	247
Tabela 38 – Caracterização da população residente por trecho da GD5 - São Paulo e Minas Gerais - 2007.....	252
Tabela 39 – Número de municípios que compõem os trechos Alto, Médio e Baixo da GD5, de acordo com o tipo de inserção na bacia (total ou parcial)	253
Tabela 40 – Municípios que compõem os trechos Alto, Médio e Baixo da bacia hidrográfica do rio Sapucaí (GD5) e forma de inserção (total ou parcial).....	253
Tabela 41 – Indicadores demográficos - municípios mineiros com área parcial e sede administrativa fora da GD5 – 2007.....	255
Tabela 42 – Caracterização demográfica segundo forma de inserção do município, parcial ou total, e da sede administrativa urbana	257
Tabela 43 – Classes de tamanho da população dos 51 municípios da GD5	258
Tabela 44 – Indicadores demográficos – Vertente Paulista da GD5	259
Tabela 45 – Municípios com território na bacia por microrregião de planejamento	260

Tabela 46 – Indicadores demográficos - municípios mineiros com sede administrativa na bacia – 2007.....	261
Tabela 47 – Evolução da densidade demográfica – 1970 - 2007.....	262
Tabela 48 – Coeficiente de aumento da densidade demográfica entre 1970 - 2007	263
Tabela 49 – Projeção da população da vertente mineira da GD5 – 2010 / 2020.....	265
Tabela 50 – Índice de desenvolvimento Humano – 2000. Estados e municípios com maior IDH-M.....	266
Tabela 51 – IDH e Sub-índices – médias dos estados e trechos da GD5 - 2000	267
Tabela 52 – Indicadores educacionais da população adulta (25 anos ou mais), 2000.....	268
Tabela 53 – Gerências Regionais de Saúde / Macrorregião Sul – Minas Gerais	270
Tabela 54 – Inserção dos municípios da GD5 nas microrregiões de Saúde.....	270
Tabela 55 – Composição Setorial do Produto Interno Bruto Total Segundo Setores de Atividade Econômica das Microrregiões de Itajubá, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí – MG	274
Tabela 56 – Composição do Produto Interno Bruto Total Segundo Setores de Atividade Econômica para Municípios, Microrregiões, Mesorregião e Estado de Minas Gerais - 1998 ..	275
Tabela 57 – Valores adicionados em R\$	277
Tabela 58 – Clusters do Complexo Eletrônico - 2000	280
Tabela 59 – Distâncias rodoviárias entre alguns municípios da bacia e principais centros nacionais	281
Tabela 60 – Proporção de municípios da GD5 cujos dados foram disponibilizados para o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto -2006.....	283
Tabela 61 – Indicadores do serviço de abastecimento de água, por trecho da GD5 -2006	286
Tabela 62 – Proporção de moradores atendidos por rede geral de esgoto – Trechos da GD5	287
Tabela 63 - Proporção de moradores atendidos por rede geral de esgoto – municípios com sede na GD5 – 1991 e 2000	288
Tabela 64 – Gestão de resíduos sólidos.....	292
Tabela 65 – Estrutura municipal de gestão ambiental, 2008.....	297
Tabela 66 – Outorgas Superficiais significativas concedidas na bacia do Rio Sapucaí.....	309
Tabela 67 – Processos em Análise Técnica - Superficial.....	310
Tabela 68 – Outorgas Significantes Superficiais divididas por região da bacia, considerando os usos consuntivos e usos não-consuntivos.....	311
Tabela 69 – Outorgas de mananciais superficiais por ponto notável.....	314
Tabela 70 – Outorgas para água subterrânea na Bacia do Rio Sapucaí	319
Tabela 71 – Certidões de uso insignificante na bacia do Rio Sapucaí.....	327
Tabela 72 – Demandas outorgadas a nível estadual (junho/09) e federal (dez/2008) para os diferentes usos consuntivos.....	329
Tabela 73 – Taxas de crescimento(em %) para os usos consuntivos de água outorgados na bacia do rio Sapucaí considerando um cenário ideal. Período 2004-2020.....	335

Tabela 74 - Evolução da demanda outorgada de 2009 até 2020, em m ³ /s (demandas outorgadas pelo IGAM).	337
Tabela 75 - Evolução da demanda outorgada de 2009 até 2020, em m ³ /s (demandas outorgadas pelo IGAM e ANA).....	338
Tabela 76 – Comparação da disponibilidade hídrica em termos de Q _{7,10} em pontos notáveis da bacia do Sapucaí x Demanda Hídrica outorgada.	345

1. INTRODUÇÃO

Segundo informações do IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), a Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, correspondente à UPGH GD5 do Estado de Minas Gerais, integra a bacia do rio Grande, localizando-se na Região Sudeste e sendo compartilhada por dois estados: São Paulo e Minas Gerais. O Rio Sapucaí nasce na Serra da Mantiqueira, na cidade de Campos do Jordão – SP, a uma altitude de 1620 metros de altitude, desaguando no Lago de Furnas a 780 metros de atitude, percorrendo, aproximadamente, 248 km. A bacia do rio Sapucaí é composta por diversas subbacias, a exemplo dos rios Santo Antônio, Sapucaí-Mirim, Anhumas, Lourenço Velho , Vargem Grande, dentre outros.

O curso principal do rio Sapucaí inicia-se com o nome de ribeirão Capivari, no Estado de São Paulo. Depois de atravessar a área urbana da cidade de Campos do Jordão e juntar-se ao afluente córrego das Perdizes, o curso principal recebe a denominação de rio Sapucaí-Guaçu, passando finalmente a ter o nome de rio Sapucaí a cerca de 5 km antes da divisa dos Estados São Paulo-Minas Gerais.

A parte mineira da bacia do rio Sapucaí abrange um total de 48 municípios, possui uma população estimada de 618.276, sendo 478.630 urbana (74,4%) e 154.844 rural (25,6%), e uma área de drenagem de 8.824 km². Os terrenos da bacia são ocupados predominantemente com agriculturas, pastagens e remanescentes de matas de galeria e araucárias. A topografia íngreme dominante não favorece a prática da agricultura, que fica restrita às várzeas de alguns cursos de água. Os municípios que integram a parte mineira da bacia, em todo ou em parte do seu território, são:

Número	Municípios
1	Borda da Mata
2	Brasópolis
3	Cachoeira de Minas
4	Camanducaia
5	Cambuí
6	Careaçu
7	Carvalhópolis
8	Conceição das Pedras
9	Conceição dos Ouros
10	Congonhal
11	Consolação
12	Cordislândia
13	Córrego Bom Jesus
14	Delfim Moreira

Número	Municípios
15	Elói Mendes
16	Espírito Santo do Dourado
17	Estiva
18	Gonçalves
19	Heliodora
20	Itajubá
21	Lambari
22	Machado
23	Maria da Fé
24	Marmelópolis
25	Monsenhor Paulo
26	Munhoz
27	Natércia
28	Ouro Fino
29	Paraguaçu
30	Paraisópolis
31	Passa-Quatro
32	Pedralva
33	Piranguçu
34	Piranguinho
35	Poço Fundo
36	Pouso Alegre
37	Santa Rita do Sapucaí
38	São Gonçalo do Sapucaí
39	São João da Mata
40	São José do Alegre
41	São Sebastião da Bela Vista
42	Sapucaí-Mirim
43	Senador Amaral
44	Senador José Bento
45	Silvianópolis
46	Turvolândia
47	Venceslau Brás
48	Virgínia

A parte paulista da Bacia compreende três municípios: Campos do Jordão, São Bento do Sapucaí e Santo Antônio do Pinhal, totalizando uma área de 632 km². Estes formam a Bacia da Mantiqueira no Estado de São Paulo. A Bacia da Mantiqueira foi dividida pelo Plano de Bacia, em duas sub-bacias Sapucaí-Mirim e Sapucaí-Guaçu.

1.1 Características Fisiográficas

Da nascente até a foz, o Rio Sapucaí tem uma extensão de 248 km de comprimento e pode ser dividido nos trechos alto, médio e baixo Sapucaí, conforme a Figura 1.

O Alto Sapucaí compreende os municípios de Brasópolis, Conceição dos Ouros, Conceição das Pedras, Consolação, Delfim Moreira, Gonçalves, Itajubá, Maria da Fé,

Marmelópolis, Paraisópolis, Pedralva, Piranguinho Piranguçu, São José do Alegre, Sapucaí – Mirim, Wenceslau Brás, Virgínia, Passa Quatro, Campos do Jordão (SP), Santo Antônio do Pinhal (SP), São Bento (SP), e apresenta uma área de 3.924 km².

O Médio Sapucaí compreende os municípios de Borda da Mata, Cachoeira de Minas Cambuí, Careaçú, Congonhal, Córrego do Bom Jesus, Espírito Santo do Dourado, Estiva, Heliadora, Lambari, Natércia, Ouro Fino, Pouso Alegre, Santa Rita do Sapucaí, São João da Mata, São Sebastião da Bela Vista, Senador José Bento, Silvianópolis, Munhoz, Senador Amaral, Camanducaia, e apresenta uma área de 3.841 km².

O Baixo Sapucaí apresenta uma área de 1.700 km², e compreende os municípios de Carvalhópolis, Cordislândia, Eloí Mendes, Machado, Monsenhor Paulo, Paraguaçu, Poço Fundo, São Gonçalo do Sapucaí e Turvolândia.

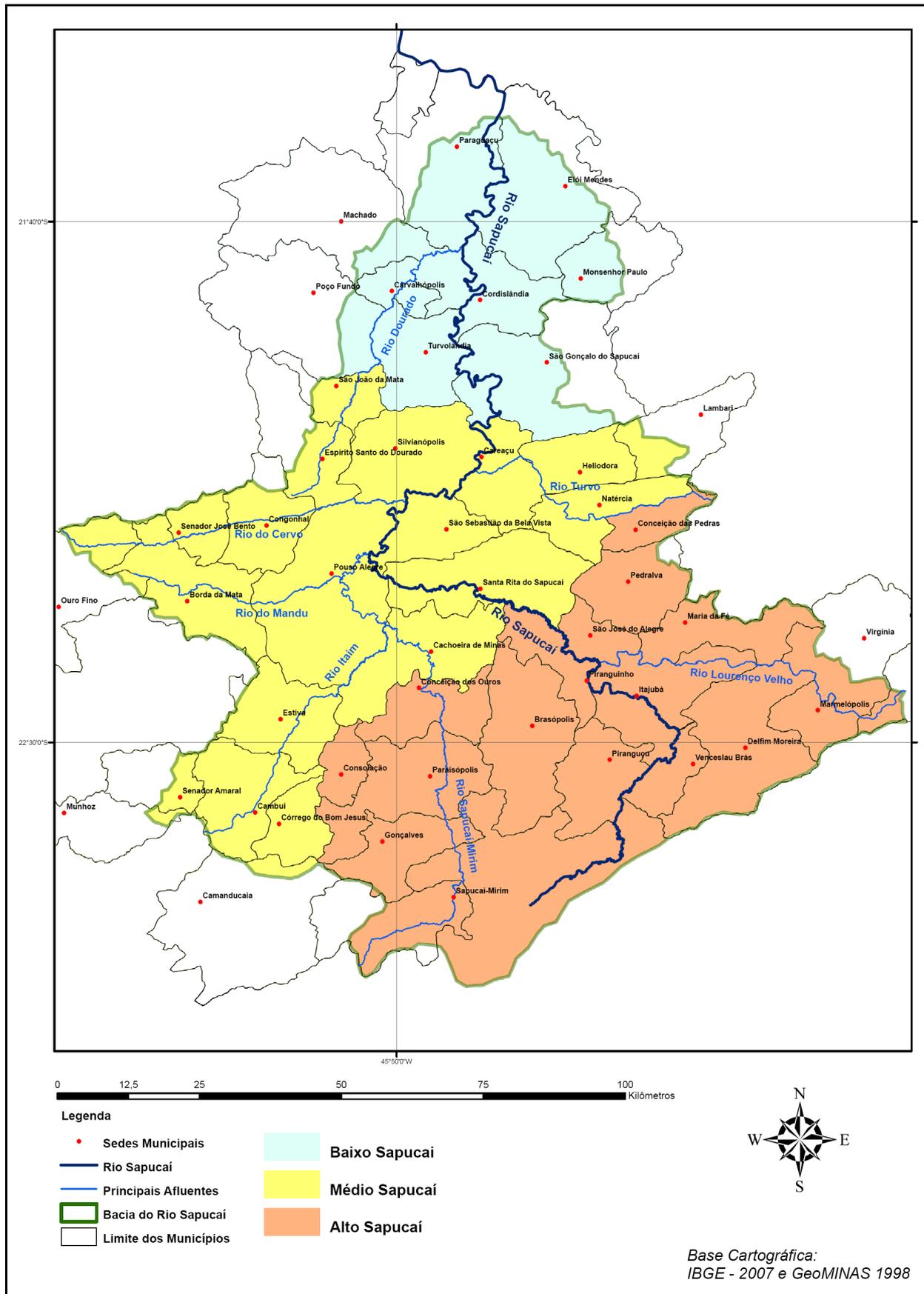


Figura 1 – Municípios da bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí

A divisão da bacia proposta em Alto, Médio e baixo Sapucaí foi retirado de estudos desenvolvidos pelo IGAM e pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí.

Marcada pela presença de rochas datadas do pré-cambriano do embasamento cristalino, onde se destacam granitos, gnaisses e migmatitos, a bacia está inserida no domínio do Escudo Brasileiro. Geomorfologicamente é constituída por áreas aplainadas, inseridas no Planalto do Sul de Minas, e representam pouco mais da metade da área total da bacia. Contudo, a área restante se caracteriza pelas elevadas altitudes, cuja média ultrapassa 900m, inserida na Serra da Mantiqueira.

Em relação a drenagem, é possível afirmar o predomínio do tipo dendrítico. Contudo, se o predomínio deste padrão demonstra certa homogeneidade litológica em grande parte de bacia (migmatitos e gnaisses), o padrão paralelo reflete os sistemas estruturais de direção principal NE-SE, NNE-SSW e ENE-WSW. Sendo assim, é possível sustentar a afirmação de que o Rio Sapucaí é sustentado por um arcabouço litológico de baixa diversidade.

Tabela 1 – Características Fisiográficas da Bacia do Rio Sapucaí

Características Gerais da Bacia do Rio Sapucaí		Unidade
Área da bacia	9.465,16	km ²
Extensão do Curso Principal	248	km
Perímetro Bacia	627,42	km
Cota da Nascente	1.650	m
Cota na Foz	780	m
Fator de Forma – Kf	0,154	-
Declividade Média do Rio Sapucaí	3,508	m/km
Coeficiente de compacidade – Kc	1,806	-
Sinuosidade do Rio Sapucaí	1,759	-
Principais Tributários	Rio Sapucaí-Mirim, Rio Lourenço Velho, Rio Itaim, Ribeirão do Mandu, Rio do Cervo, Rio Turvo e Rio Dourado	-
População*	553.323	-
Alto Sapucaí		Unidade
Área da bacia	3.924	km ²
Extensão do Curso Principal	84,76	km
Perímetro Bacia	395,45	km
Cota Inicio	1.650	m
Cota Fim	840	m
Fator de Forma – Kf	0,546	-
Coeficiente de compacidade – Kc	1,768	-

Declividade Média do Rio Sapucaí	9,556	m/km
Médio Sapucaí		Unidade
Área da bacia	3.841	km ²
Extensão do Curso Principal	79,01	km
Perímetro Bacia	438,03	km
Cota Início	840	m
Cota Fim	820	m
Fator de Forma – Kf	0,615	-
Coeficiente de compacidade – Kc	1,979	-
Declividade Média do Rio Sapucaí	0,253	m/km
Baixo Sapucaí		Unidade
Área da bacia	1.700	km ²
Extensão do Curso Principal	84,22	km
Perímetro Bacia	236,31	km
Cota Início	820	m
Cota Fim	780	m
Fator de Forma – Kf	0,240	-
Coeficiente de compacidade – Kc	1,605	-
Declividade Média do Rio Sapucaí	0,475	m/km

O Kc e o Kf dos três trechos não retratam a possibilidade de ocorrência de cheias a que a bacia do Rio Sapucaí está sujeita. Entretanto, o médio Sapucaí apresenta uma grande propensão a enchentes por apresentar baixas declividades e por estar à jusante do Alto Sapucaí, que possui declividade bastante elevada.

Em estudo realizado por Magalhães & Diniz (1997), foram apontadas informações interessantes, tais como o fato de que a sub-bacia do rio Cervo apresentou a menor densidade de drenagem e, ao mesmo tempo, o terceiro maior índice de densidade de rios de toda a bacia do Sapucaí, como pode ser observado no quadro abaixo.

Tabela 2 – Densidade de Drenagem das sub-bacias do Rio Sapucaí

Sub bacia	Densidade de drenagem (km/km ²)	Densidade de rios
Cervo	0.0021	0.1419
Dourado	0.5759	0.1434
Lourenço Velho	0.4589	0.1073
Mandu	0.6913	0.1447
Sapucaí Mirim	0.2112	0.1346
Turvo	0.5197	0.0989
Vargem Grande	0.4816	0.1160

FONTE: Extraído de MAGALHÃES A. P. Jr; DINIZ, A. A: Padrões e direções de drenagem na bacia do Rio Sapucaí – Sul de Minas Gerais.

Além da direta relação entre litologia e densidade de drenagem, Magalhães & Diniz (1997) também atribuem a grande quantidade dos cursos d'água desse sub-bacia às extensas coberturas superficiais aluviais, que favorecem o escoamento superficial, e que tem sua gênese relacionada à instabilidade tectônica local.

No entanto, mesmo apresentando variações quanto à drenagem, diretamente relacionadas à litologia, ainda é possível sustentar a afirmação de que o rio Sapucaí possui arcabouço litológico de baixa diversidade.

✓ **Curva Hipsométrica**

É a representação gráfica do relevo médio de uma bacia. Representa o estudo da variação da elevação dos vários terrenos da bacia com referência ao nível médio do mar. Essa variação, no caso da bacia do Rio Sapucaí é indicada no Gráfico 1 que mostra a porcentagem da área de drenagem que existe acima ou abaixo das várias elevações.

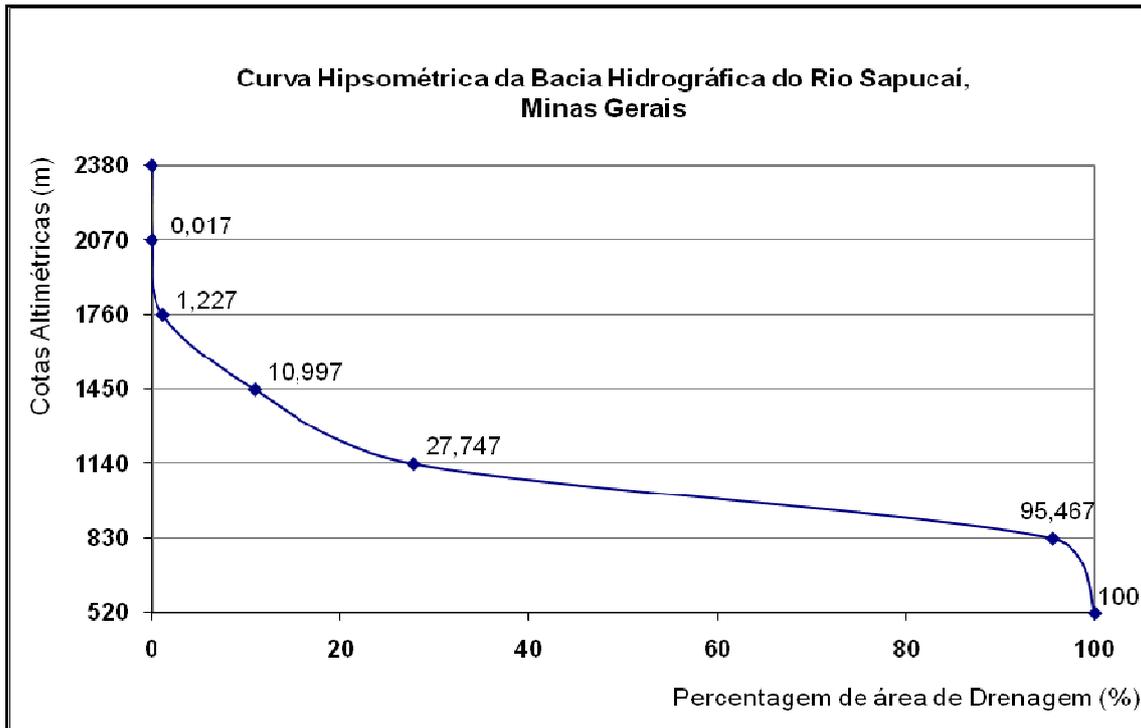


Gráfico 1 – Curva hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí

No Anexo A encontra-se o Mapa Hipsométrico da bacia do Rio Sapucaí. De acordo com o mapa, no alto Sapucaí encontram-se as maiores altitudes, principalmente no limite da bacia, no caso a vertente da Serra da Mantiqueira. Os pontos de menores altitudes encontram-se a partir do município de Pouso Alegre, nas proximidades das margens do Rio Sapucaí.

✓ **Perfil Longitudinal do Rio Sapucaí**

A declividade do rio é determinada a partir do perfil longitudinal, o qual é estabelecido em função das distâncias horizontais percorridas entre cada cota marcada no mapa topográfico (Gráfico 2).

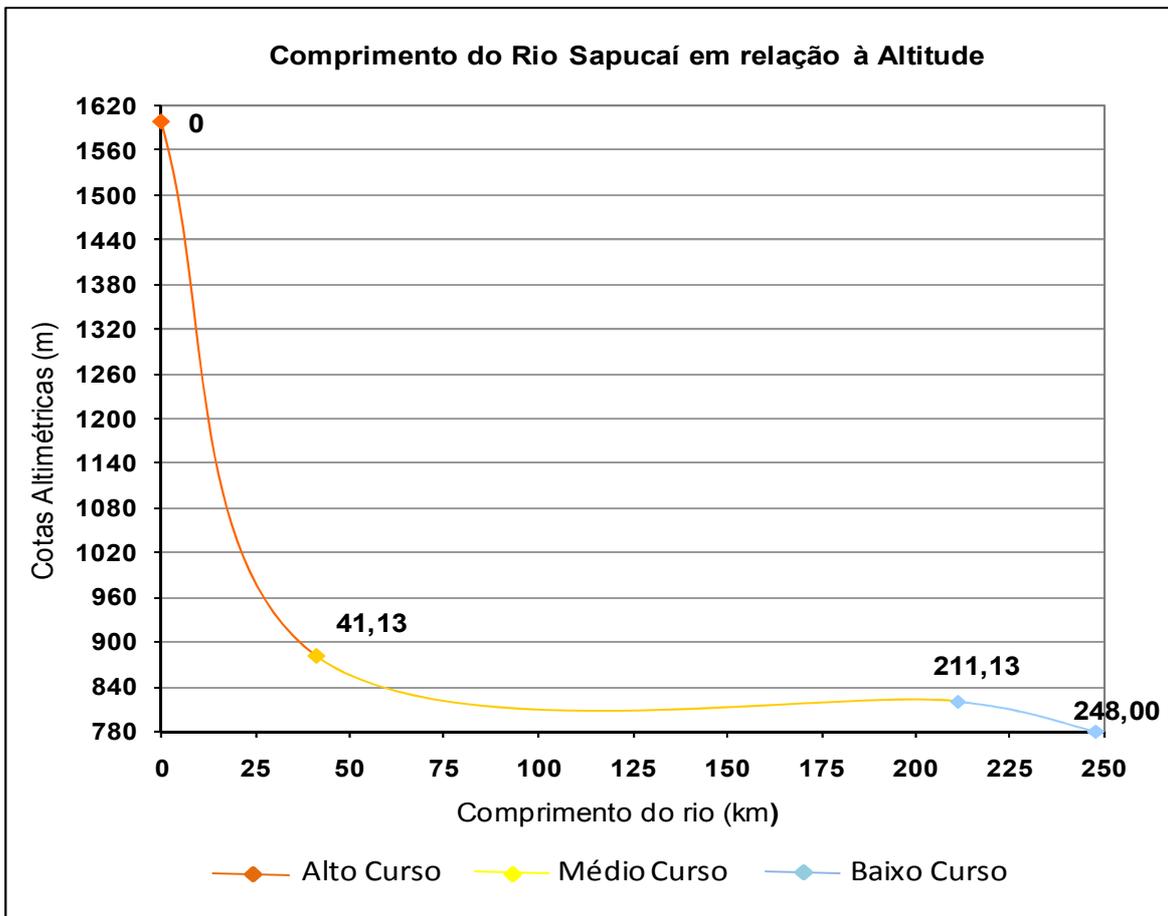


Gráfico 2 – Perfil longitudinal do Rio Sapucaí.

De acordo com o Gráfico 2, o Rio Sapucaí possui a maior declividade nos seus primeiros 50 km, onde sua cota vai de 1620 m a 870 m, resultando em uma declividade de 15 m/km, a maior da bacia, fazendo com que as velocidade de escoamento sejam altas.

Em virtude da velocidade que o rio Sapucaí adquiri nos seus primeiros quilômetros, e as baixas declividades após os seus 50 km de extensão, essas áreas apresentam as maiores propensões a enchentes.

As declividades da bacia do Rio Sapucaí variam desde extremos máximos de 25%, juntos às nascentes, até atingir valores médios de 0,05%, no trecho de 12 km da planície, onde está localizada a cidade de Itajubá. O transbordamento do rio Sapucaí para a planície de inundação adjacente provocou sucessivas enchentes na cidade de Itajubá, resultando na implantação do Sistema de Alerta na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí.

Além de Itajubá, Piranguinho, Santa Rita do Sapucaí e Pouso Alegre também sofrem ocorrências de enchentes por terem parte da área urbana situada na planície de inundação do rio Sapucaí.

No caso de Pouso Alegre, a confluência do rio Mandu no rio Sapucaí-Mirim é fator potencializador da ocorrência de inundações na cidade.

2. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

2.1 Geologia e Recursos Hídricos de Subsuperfície

Visando a identificação e representação cartográfica das unidades litoestratigráficas presentes na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Sapucaí, foram analisados mapeamentos e estudos geológicos efetuados na região, nas diversas escalas. Pesquisou-se principalmente aqueles estudos elaborados pela CPRM, UFMG, e da CETEC-IGA. No entanto, outros trabalhos foram buscados na internet, notadamente no Site www.comitepcj.sp.gov.br/download/Tesemirna_7_Hidro_Crist.pdf, bem como junto às diversas universidades que tenham desenvolvido trabalhos na região. Também foi importante o apoio prestado pelo Comitê da Bacia do Rio Sapucaí e pela COPASA.

Além de texto da caracterização geológica e hidrogeológica, apresenta-se, para efeito de informação, o Mapa Geológico da área da bacia baseado no Mapa do Estado de Minas Gerais, de 2003, editado pela CPRM e CODEMIG, de cuja análise resultou o Mapa Hidrogeológico da bacia, que está sendo proposto. A análise dos poços profundos perfurados pela COPASA e já outorgados junto do IGAM, possibilitou obter interpretação preliminar do potencial principalmente do aquífero fraturado, que também conhecido como fissural e ocorre na maior parte da região. Esta análise possibilitou também conhecer a variação das profundidades destes poços em função de sua localização na bacia. Foram caracterizados os mais importantes Sistemas Aquíferos da região para, posteriormente, ser possível o avanço nas interpretações dos dados que estão sendo colhidos, apesar de escassos.

O levantamento dos recursos minerais da bacia foi efetuado a partir de dados do SIGMINE e Cadastro Mineral do DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, do MME. Uma maior interpretação destes dados sobre os recursos minerais da bacia poderá ser objeto de nova fase do projeto em questão.

2.1.1 Tectônica e Magmatismo Regional

A evolução geológica dos sistemas orogênicos a sul do Cráton do São Francisco, onde se localiza a Bacia do Rio Sapucaí, tem sido explicada através de uma história

policíclica que começou no Arqueano e finalizou com a Orogênese Brasileira durante a aglutinação do Gondwana Ocidental. A reconstrução da evolução pré-cambriana desta região apresenta uma série de dificuldades pela deformação e metamorfismo que as rochas sofreram durante a Orogênese Brasileira. Vide Figura 2.

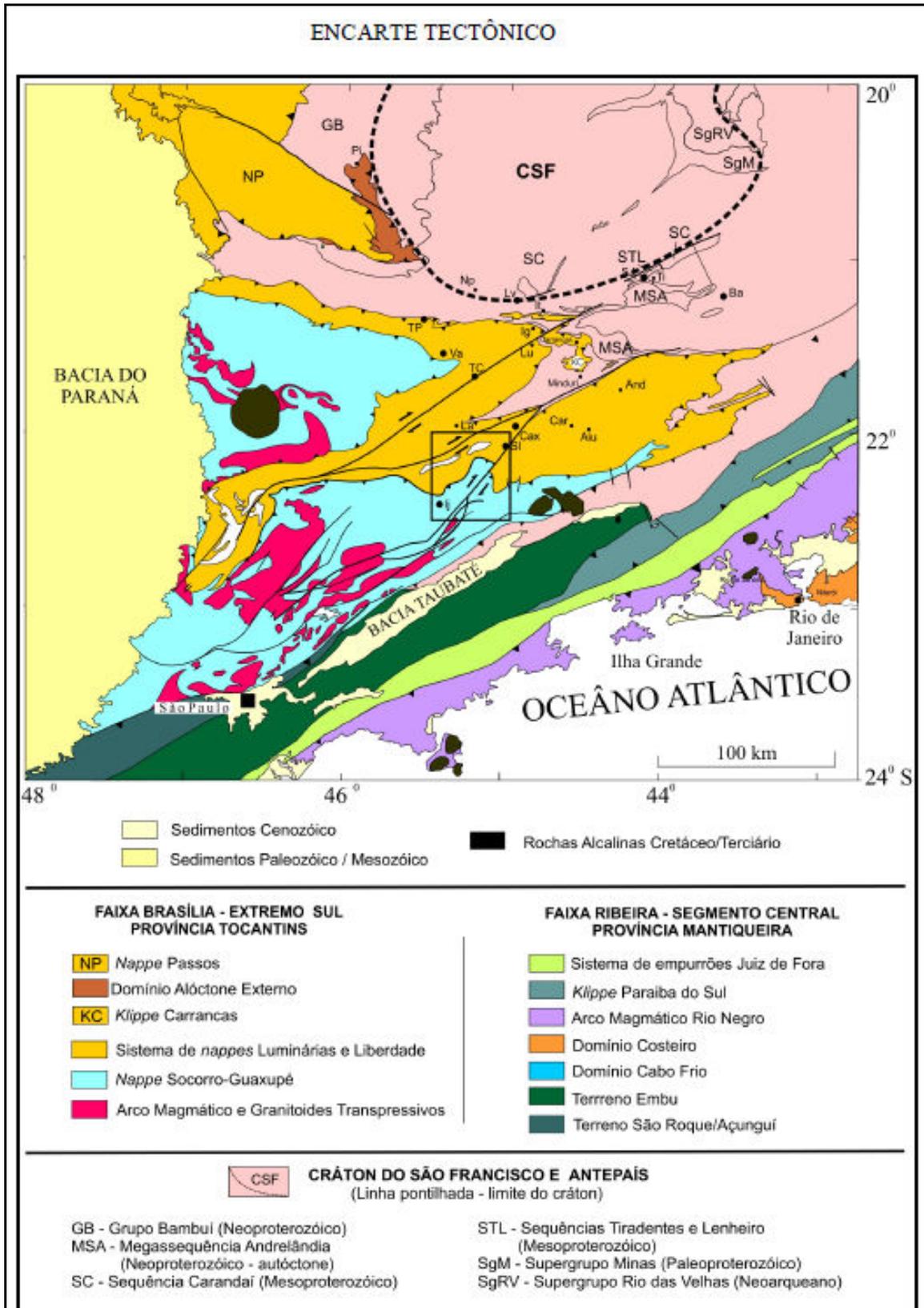


Figura 2 – Encarte Tectônico

FONTE: Folha Geológica de Itajubá, UFRJ/CPRM, 2008.

2.1.2 Geologia Estrutural Regional

A geologia da região onde se insere a Bacia do Rio Sapucaí é amplamente afetada e condicionada por processos tectônicos, como foi supracitado, e pelo comportamento estrutural dos maciços rochosos. As grandes falhas de transcorrências são responsáveis pela compartimentação dos conjuntos litológicos em diversos blocos estruturais.

Estruturas sedimentares no domínio Pré-cambriano-paleozóico são identificáveis nas formações pouco metamorfoseadas, como a de Pouso Alegre. A foliação mais conspícua ostentada pelos metamorfitos da área organiza-se em sistemas nordeste-norte-nordeste, noroeste e em torno de leste-oeste. Esses traços tectônicos são de caráter transcorrente, originários de antigos esforços compressivos, posteriormente reativados em setores localizados, sob regime de falha distensiva. O Mapa Geológico é apresentado no Anexo B.

A litologia presente na região de estudo, condicionada pela tectônica regional e a característica das estruturas resultantes nas rochas presentes na região, definem a potencialidade e a dinâmica das águas de subsuperfície na área da Bacia do Rio Sapucaí.

2.1.3 Litologia da Bacia

O mapa geológico da bacia, mostrado no Anexo B, evidencia as suas diversas litologias, ou grupos litoestratigráficos já bem mais definidos ou demarcados, conforme um número considerável de cores utilizado para este fim. Este detalhamento é natural, com a execução cada vez mais crescente e necessária de levantamentos geológicos que são eventualmente levados a cabo em Minas Gerais e no Brasil, quase sempre com a participação efetiva da CPRM e, em Minas Gerais, também com a participação da CODEMIG, além de algumas universidades.

No caso deste estudo em particular, que visa primordialmente a caracterização do potencial Hidrogeológico da Bacia do Rio Sapucaí, simplificou-se a descrição das unidades litológicas, adotando-se a estratigrafia citada na coluna litoestratigráfica do mapa acima referido.

Estratigrafia da Bacia do Rio Sapucaí

Depósitos Aluviais – sedimentos recentes

Depósitos detríticos indiferenciados – sedimentos variados modificados

Complexo Plutônico Alcalino Ponte Nova

Formação Pouso Alegre – conglomerado, argilitos e siltitos (rochas metassedimentares)

FAMÍLIA DE ROCHAS GRANÍTICAS

Granitóides subalcalinos a alcalinos tipo A – 612 a 580 Ma

Granitóides Tipo S foliado

Charnockiloide tipo C, foliado e ortognaisse

Granitóide calcialcalino de alt K, tipo I, foliado e ortognaisse

Granitóides \square lóctones e quimicamente indiferenciados

Granitóide tipo S. foliado

Granitóide calcialcalino de alto K, foliado – 605-600 Ma

Granitóide quimicamente indiferenciado, foliado – 605-800 Ma

Asossiação de rochas Maficas – Rochas intrusivas escuras

Grupo Andrelândia, Família de rochas metamórficas (rochas transformadas ao longo do tempo geológico) – Xistos, quartzitos, metagrauvacas, anfibolitos, gnaisses, migmatitos e etc.

Grupo Carrancas – Quartzitos, filito rítmico, metapelito grafitoso alterado

Complexo Varginha-Guaxupé – rochas sedimentares, e ígneas metamórficas:

Paragnaisse Migmatizado (gnaisses)

Granulitos (granitos modificados)

Ortognaisse Migmatítico (gnaisses modificados)

Complexo São Gonçalo do Sapucaí, gnaisses bandados, ortognaisse e quartzitos

Complexo Heliadora granito – gnáissico

A maior parte das rochas que ocorrem na bacia podem ser classificadas como cristalinas e compõem o que se denominou de Sistema Aqüífero Cristalino. Ocorrem ainda na bacia os quartzitos do Grupo Carrancas, as rochas metamórficas do Grupo Andrelândia, as rochas metassedimentares pertencentes à Formação Pouso Alegre e também as coberturas detríticas e colúvios, além dos sedimentos aluvionares.

Com a análise das diversas litologias que ocorrem na bacia foi possível definir uma classificação plausível dos diferentes aqüíferos presentes na região, conforme está mostrado no Quadro 1 do item seguinte.

2.1.4 Hidrogeologia

Segundo Robert W. Cleary, 1989, classicamente, define-se a hidrologia das águas subterrâneas como a ciência que estuda a ocorrência, movimentação e distribuição de água na porção subterrânea da Terra. Há vinte anos atrás esta definição teria sido adequada na maioria dos estudos hidrológicos, mas, hoje em dia, deve-se ampliá-la para incluir-se o aspecto da qualidade da água subterrânea, que tem recebido muita atenção em todos os países em ritmo acelerado de industrialização.

De um modo geral, a água subterrânea tem sua origem na superfície e está intimamente ligada à água superficial. Porém, devido às diferenças óbvias entre os ambientes superficiais e subterrâneos, e também à tendência natural dos seres humanos a compartimentar sistemas complexos, estuda-se usualmente ou a hidrologia de água superficial ou a de água subterrânea, devido talvez à complexa interligação hidrológica entre as duas. Fazer esta conectividade, de modo geral, demanda certo tempo e um estudo específico.

A água subterrânea move-se muito lentamente em comparação com a água superficial. Uma alta velocidade de água subterrânea estaria na faixa de 1 metro/dia, enquanto em um rio rápido pode mover-se a uma velocidade de 1 metro/segundo.

Os rios usualmente possuem tempos de residência de menos do que algumas semanas. Os altos tempos de residência para a água subterrânea significam que as taxas de recarga anual são muito pequenas. Esse fato, juntamente com o enorme volume dos poros nos aquíferos, torna a água subterrânea uma reserva confiável a longo prazo, efetivamente imune às flutuações anuais de precipitação. Significa também que um aquífero, uma vez poluído, pode levar séculos ou mais tempo, até que consiga promover uma autodescontaminação através de mecanismos de fluxo natural.

A área de estudo, a Bacia do Rio Sapucaí é constituída também por rochas metamórficas do Arqueano e do Paleoproterozóico, como os quartzitos do Grupo Carrancas e do Grupo Andrelândia, além das rochas metassedimentares que compõem a Formação Pouso Alegre que, sob a forma de uma lente, ocorre a noroeste da cidade de mesmo nome. Associam a todas essas os aquíferos de meios fissurados do Sistema Gnáissico-Granítico e do Sistema Xistoso, onde ficaram classificadas as rochas que compõem o Grupo Andrelândia.

As rochas graníticas, gnáissicas e xistosas, que ocorrem na maior área da bacia, conforme mostra o Mapa Hidrogeológico (Anexo C) e o Quadro 1 a seguir, encontram-se sobrepostas localmente por coberturas do Manto de Alteração do Terciário-Quaternário e aluviões do Quaternário, e a estas se associam lóctones de meios granulares do Sistema de Cobertura Detrítica/ Manto de Alteração e do Sistema Aluvial. Desta maneira, como mostra o Quadro 1, se definiu os diversos aquíferos da região, sendo o termo Sistema Aquífero utilizado para referenciar um conjunto de unidades aquíferas com litologias predominantes afins e comportamento hidrogeológico semelhante.

O Quadro 1 a seguir apresenta as relações entre o caráter litoestrutural das unidades de rocha e os sistemas aquíferos associados.

Quadro 1 – Relação entre a litologia e os Sistemas Aquíferos

Idade	Divisão Estratigráfica	Litologia	Sistema aquífero
			Coberturas e Depósitos cenozóicos
Quaternário	Depósitos aluvionares e coluvionares	Areia, silte, argila e cascalho	Aluvial – Aquíferos granulares, livres, com espessura de até 10-15m, permeabilidade entre 5 e 10 m/dia e porosidade efetiva da ordem de 10%. Águas um pouco salobras em algumas áreas
Terciário – Quaternário	Coberturas Detríticas e o Manto de Alteração.	Colúvios e Rochas Alteradas	Manto de Alteração e coberturas detríticas – Aquíferos granulares superficiais, livres, espessos, localizados em descontínuos. Capacidade de produção variável em função da sua espessura e composição granulométrica.

Idade	Litologia	Sistema aquífero
Pré-Cambriano	Conglomerado, arcócio, siltito e argilito da Formação Pouso Alegre	Aquífero granular superficial. Capacidade de produção variável em função da sua espessura e composição granulométrica.
	Quartzitos do Grupo Carrancas	Aquíferos Fissurados em Rochas Quartzíticas – condicionados a um sistema de porosidade secundária representada por fraturas, falhas e outras descontinuidades que produzem reservatórios subterrâneos heterogêneos.
	Biotita-gnaiss e núcleos graníticos gnaissificados Granitos e granitóides porfirobláticos Migmatitos oftálmicos Migmatitos estromáticos Granitóides cinzas	Gnássico-Granítico – Sistema aquífero em meio fissurado. Baixas permeabilidade e porosidade. Pouco explotados através de poços. Apresentam baixa a média capacidade de produção. Águas alcalinas e com dureza às vezes elevadas
	Migmatitos, porfirobláticos, xistos, metaultramáficas, anfíbolitos.	Xistoso – Aquífero de meio fissurado. Apresentando fraturas mais fechadas ou em menor quantidade e, por conseqüência, vazões máximas explotáveis geralmente são menores que as do Sistema Gnássico-Granítico.

Fonte: Adaptação de Esse Engenharia e Consultoria

2.1.4.1 Sistemas Aqüíferos Fissurados

✓ **Sistemas Aqüíferos Cristalinos**

○ Sistema Gnáissico-Granítico

O Sistema Gnáissico-Granítico é aquele que alcança maior extensão na bacia. Os aqüíferos estão associados à distribuição areal de granitos, gnaisses, migmatitos e granulitos ocorrentes na bacia. Este sistema do tipo fissurado, ou fraturado, como também é conhecido, possui limitada capacidade de armazenamento, devido à forte anisotropia e heterogeneidade dos litotipos. A capacidade de acumulação e armazenamento de água subterrânea nestas rochas é restrita às descontinuidades provocadas por deformações tectônicas de natureza rúptil – dúctil, representadas por porosidade, por fraturamento, falhas, zonas de cisalhamento, foliações e juntas de descompressão.

Os aspectos estruturais e do relevo, juntamente com o controle estrutural da drenagem, são os principais fatores que condicionam a ocorrência das águas subterrâneas no sistema. Em zonas com grande densidade de fraturas abertas e conectadas, estes sistemas funcionam como aqüíferos livres e em sistemas localizados e isolados podem comportar-se como confinados ou sob pressão (confinamento provocado pela própria parede das fraturas). A recarga ocorre também através de filtração vertical descendente a partir do manto de alteração e colúvios sobrepostos que mantenham um nível freático mais superficial.

As rochas deste sistema apresentam escoamento pela matriz praticamente nulo, por apresentarem baixo grau de porosidade (0,3% de porosidade total e < 0,2% de porosidade efetiva). Neste caso as descontinuidades desempenham papel fundamental no controle do fluxo de água subterrânea. A permeabilidade varia com a abertura, continuidade, densidade e conexão das fendas, que podem apresentarem-se preenchidas ou não por materiais de alteração ou detríticos carreados.

A alimentação ou recarga é mais efetiva nas áreas onde a drenagem é controlada por direções de fraturas. Informações sobre Sistemas Gnáissico-Granítico (SOUZA, 1995) indicam vazões específicas de baixa produtividade e grande possibilidade de

insucesso nas perfurações e conseqüente obtenção de poços secos. A vazão específica média é 0,21 l/s.m e vazão máxima explotável, 8,1 l/s. A condutividade elétrica média é 297,3 μ S/cm, os sólidos totais dissolvidos perfazem 210,6 mg/l, a dureza total, 124,4 mg/l de CaCO₃ e o pH médio das águas é de 7,6 . Por se tratar de sistema fissurado espera-se uma maior dispersão e variação de sólidos totais dissolvidos e a dureza pela heterogeneidade química destas formações

- Sistema xistoso

O Sistema Xistoso pode ser encontrado em porções por quase toda a bacia e, predominantemente, nas porções localizadas de ocorrência de rochas xistosas do Grupo Andrelândia, que é composto por xistos, metagrauvascas, quartzito, cianita granulito e metaultramáficas. As rochas xistosas são geralmente mais dúcteis e menos rúpteis que as gnáissicas e costumam apresentar descontinuidades mais fechadas ou em menor quantidade. Geralmente, as vazões máximas explotáveis são menores que as do Sistema Gnássico-Granítico, ficando na ordem de 6,8 l/s.

Segundo Souza (1995), os valores de condutividade elétrica, da ordem 425,7 μ S/cm, de sólidos totais dissolvidos, com 349,5 mg/l, de dureza total, com 180,2 mg/l CaCO₃, de sulfatos, da ordem de 60,2 mg/l, de cloretos, com 59,3 mg/l de ferro total, apresentando 0,9 mg/l, de manganês total, mostrando 0,3 mg/l e o pH, em média 7,8, são mais elevados do que os aquíferos em rochas gnáissico-graníticas, denotando uma menor homogeneidade dos xistos.

O Índice de pluviosidade anual na Área de Influência da bacia situa-se entre 1000 e 1500 mm e predominam terrenos com baixa capacidade de infiltração. Estudos anteriores mostraram uma vazão específica (Ve), medida em litros por segundo, por metro de rebaixamento (l/s.m) varia de 0,20 a 0,90 em toda a área. A vazão específica por metro de penetração do poço no aquífero (Vm) medida em litros por segundo, por metro de rebaixamento e por metro de penetração (l/s.m.m), que corresponde à razão entre a vazão específica e a profundidade útil do poço, i.e. a altura da coluna d'água, varia de 0,006 a 0,01.

A vazão máxima explotável (Vx) dos poços medida em litros por segundo (l/s) situa-se entre 5 e 20. A condutividade elétrica, medida em μ s por centímetro varia de 200 a 250. Quanto à restrição ao uso, as águas podem ser classificadas como de boa qualidade para o abastecimento público.

✓ Sistema Fissurado Em Rochas Quartzíticas

Esse sistema aquífero, que é constituído predominantemente pelos quartzitos do Grupo Carrancas, é observado parcialmente nos municípios de São Sebastião da Bela Vista, Natércia, Conceição das Pedras, Heliadora, Careaçú e Lambari. Em termos litológicos figuram nesse grupo quartzitos e metaconglomerados. Considera-se que essas rochas produzem um comportamento reológico distinto e vão reagir de forma diferente diante aos esforços tectônicos que atuaram sobre essa região. Dessa forma, em princípio, espera-se uma maior favorabilidade hidrogeológica desse sistema em relação aos aquíferos desenvolvidos em rochas cristalinas e xistosas acima descritas.

Nesse ambiente as águas subterrâneas estão condicionadas a um sistema de porosidade secundária representada por fraturas, falhas, juntas e outras discontinuidades que produzem reservatórios subterrâneos heterogêneos. Também são bastante heterogêneas as vazões dos poços que captam água dessas unidades aquíferas, onde se observa poço de vazões insignificantes até grandes vazões.

Essas faixas de ocorrência de quartzitos, mostradas tanto no mapa geológico como hidrogeológico anexos, passaram por eventos tectônicos que geraram dobramentos de natureza rúptil, presentes nas rochas por um denso sistema de fratura, que por vezes apresenta-se promissor do ponto de vista de armazenamento e circulação das águas subterrâneas.

No que se refere às características hidrodinâmicas desse sistema, baseados em dados de outros aquíferos similares, pode-se inferir que poços tubulares perfurados neste sistema poderão ser construídos com uma profundidade variando entre 60 e 250 metros e as vazões específicas devendo ficar entre 0,08 e 2,24 m³/h/m. Estes números mostram uma baixa produtividade das captações no sistema aquífero fissurado em quartzitos, no entanto, estudos de detalhe podem definir uma vazão específica maior. A porosidade fissural da rocha proporciona uma elevada condutividade hidráulica ao meio e a sua espessura saturada média poderá chegar a algumas centenas de metros.

Este sistema aquífero merece, portanto, uma atenção maior, pois, com certeza deverá reservar uma disponibilidade hídrica interessante para aqueles municípios onde ocorrem.

2.1.4.2 Aquíferos em Meios Granulares

✓ Sistema Sedimentar da Formação Pouso Alegre

A Formação Pouso Alegre, às vezes datada como de idade Cambriana, é representada por metasiltitos, meta-arenitos e meta-conglomerados. Estudos efetuados localmente revelaram a existência de dobramentos superpostos na área.

Apesar da presença de estruturas geológicas nestas litologias, pode ser conveniente distinguir esta formação lentiforme daquelas rochas cristalinas mais antigas que têm um comportamento caracteristicamente fissurado. A recarga, circulação e descarga das águas subterrâneas dos aquíferos nas rochas metassedimentares, geralmente, não apresentam nenhuma intercomunicação ou correlação com as das rochas cristalinas.

Os aquíferos nas rochas metassedimentares geralmente são do tipo confinado, parcialmente granular porosos e fraturados, heterogêneos e anisotrópicos com intensa variação lateral e em profundidade. A intercalação estratigráfica de rochas com diferentes granulometrias, durezas, graus de decomposição e variada competência confere aos aquíferos esta imensa variação de suas características físicas. Provavelmente, o mergulho das camadas dessas rochas, encontradas a noroeste de Pouso Alegre, aliado a intercalações de rochas com diversos graus de compacidade e granulometria farão com que as perfurações de poços tubulares nestes aquíferos sejam às vezes difíceis e exijam equipamentos de boa capacidade e adequados a estas características. De maneira geral, os poços perfurados neste tipo de aquífero apresentaram boas vazões e água de muito boa qualidade e, provavelmente, este sistema apresenta boa reserva hídrica.

✓ Sistema de Cobertura Detrítica e Manto de Alteração

Este sistema engloba todos os níveis de aquíferos superficiais que ocorrem na bacia associados aos solos, incluindo os saprolitos, os elúvios e colúvios. Estes aquíferos apresentam espessuras bastante variáveis e são constituídos por materiais bastante heterogêneos, em função da natureza da rocha de origem. Na área de estudo são identificados latossolos e solos aluviais.

Observa-se na área uma boa correlação entre os compartimentos geomorfológicos e os solos identificados. Sobre material gnáissico é amplo o domínio de Latossolos nas partes mais elevadas (superfícies de cimeira). Nos depósitos sedimentares quaternários das planícies de inundação predominam solos aluviais.

Nestes tipos de terrenos, segundo estudos já existentes, devido à baixa permeabilidade nestas formações, a vazão máxima explotável é baixa, de 4,9 l/s. No geral, a capacidade de infiltração dos solos é considerada baixa, devido à associação de solo argiloso com substrato rochoso de baixa permeabilidade.

Os aquíferos freáticos associados ao manto de alteração e colúvios ocorrem na região de modo localizado e descontínuo, sendo sua distribuição fortemente influenciada pelo relevo, espessura e composição dos produtos de alteração das rochas. Desta maneira, desenvolvem-se normalmente em áreas rebaixadas, com declividades do substrato rochoso não muito acentuadas e onde o manto de alteração, saprolitos e colúvios apresentam espessuras e características granulométricas favoráveis. Em trechos de encostas com forte declividade e com ausência ou pequena espessura do manto de alteração, não há desenvolvimento deste lençol freático superficial, como ocorre em alguns trechos à margem do rio Sapucaí.

Nas depressões e onde o manto tem maior espessura este sistema pode ser aproveitado para abastecimento doméstico e pecuário através de cisternas escavadas ou poços perfurados a trado. No entanto os moradores locais procuram outras fontes de água para beber, como águas de nascentes que são inúmeras na região.

2.1.4.3 Sistema Aquífero Aluvial

Em áreas localizadas nas planícies de inundação do rio Sapucaí e associado aos depósitos recentes de aluviões ocorrem aquíferos do Sistema Aluvial, que se destacam como os mais favoráveis para os usos de maior exigência. Os aquíferos em aluviões distribuem-se ao longo dos leitos dos cursos d'água e das várzeas do rio Sapucaí e alguns de seus afluentes. Vide mapa hidrogeológico da bacia.

Nos aluviões ocorrem areias limpas com granulação variando de fina a média, localmente com níveis mais grosseiros, e ocasionais intercalações de sedimentos mais finos siltico-argilosos.

Sedimentos aluviais constituídos de areia fina a média, limpas, têm, em geral, uma porosidade efetiva em torno de 10% e permeabilidades variando entre 5 e 10 m/dia. Com espessura saturada de 6 metros (transmissividades de 30 a 60 m²/dia) e rebaixamento de 3 metros, podem fornecer vazões da ordem de 5 a 10 m³/h, em poços bem construídos. Segundo SOUZA (1995), o Sistema Aluvial apresenta os melhores potenciais reais de exploração apresentando as maiores médias de vazão específica (28,3 L/s.m) e máxima explorável (47,3 L/s). Apresenta também uma tendência a menor quantidade de íons em suas águas.

Os valores de condutividade elétrica (87,7 μ S/cm), sólidos totais dissolvidos (83,8 mg/L), a dureza total (42,5 mg/l CaCO₃), sulfatos (1,6 mg/L), cloretos (2,7 mg/L), ferro total (0,5 mg/L), manganês total (0,08 mg/L) e o pH (7,8) são mais elevados do que os aquíferos em rochas gnáissico-graníticas, denotando uma menor homogeneidade dos xistos. As características das disponibilidades hídricas subterrâneas da Área de Influência, anteriormente analisadas, foram analisadas a partir dos dados disponíveis para o município de Oliveira (SOUZA, 1995). Na caracterização foram consideradas as variáveis: número de poços profundos, vazão específica, vazão específica por metro de penetração, vazão máxima explorável, condutividade elétrica, profundidade, nível estático, nível dinâmico e classes de comportamento hidrológico

Nas calhas fluviais, predominam, em geral, os termos grosseiros de areias e cascalhos e matacões. Nas planícies de inundação costumam predominar as areias finas, os siltes e as argilas. Estes aquíferos podem ser aproveitados para abastecimento doméstico ou pecuário, através de cisternas e poços rasos com profundidades entre 1,5 a 20 metros, com pequena penetração no aquífero. Este sistema recebe recarga por infiltração direta das águas do rio, sendo por isso, fortemente vulneráveis à contaminação e poluição pelas águas superficiais.

2.1.5 Importância dos Aquíferos em Rochas Cristalinas

Sob o ponto de vista hidrogeológico, esses terrenos, que ocorrem na grande maior parte da área da bacia, são muito importantes, merecendo maior atenção e detalhamento em sua abordagem. Sabe-se que, em termos de disponibilidade hídrica, há sempre problemas devido ao uso às vezes intenso para abastecimento urbano-industrial.

Nas últimas décadas, com a necessidade crescente de água para abastecer centros urbanos e áreas rurais, as rochas fraturadas do sistema cristalino passaram a ser prospectadas com maior interesse.

Na área de estudo o manto de alteração proveniente do intemperismo das rochas cristalinas forma um aquífero, devido ao clima úmido, onde é explotado para o uso doméstico, principalmente nas áreas rurais. Na bacia este manto de intemperismo tem, geralmente, uma espessura média de 20 metros, estando a rocha cristalina fresca, representada pelas rochas gnáissicas, graníticas e xistosas, logo abaixo. O que explica o número intenso de nascentes existentes na região, que têm surgência exatamente no contato da rocha intemperizada e a rocha ainda fresca. Este importante detalhe garante o grande fluxo das águas de subsuperfície para os inúmeros cursos d'águas superficiais que formam a Bacia do Rio Sapucaí.

O relativo desenvolvimento econômico da região permite a exploração por meio de poços profundos e as quantidades exigidas para abastecimento, principalmente para abastecimento no caso da COPASA e às vezes também industrial, são cada vez mais crescentes. Muitas vezes, a possibilidade de contaminação do aquífero presente no manto de intemperismo pode ser um empecilho para o seu aproveitamento.

2.1.5.1 Formas de Ocorrência

Conforme já evidenciado, nos aquíferos cristalinos ou fraturados da região da bacia existem duas subzonas aquíferas: a rocha fraturada e o manto de intemperismo. O manto atua como um aquífero de porosidade granular e influi nas condições de circulação, alimentação de córregos e rios, armazenamento e infiltração da água subterrânea antes de atingir a rocha fraturada não alterada.

2.1.5.2 Manto de Intemperismo

Os terrenos do Pré-Cambriano permaneceram expostos aos processos intempéricos longo tempo, dando origem ao manto de alteração ou manto de intemperismo. Esta camada constitui o regolito, que inclui o solo residual e o saprólito. O saprólito é resultado da alteração e desagregação in situ e o solo residual se desenvolve a partir do saprólito subjacente por dissolução e lixiviação, combinados por outros processos químicos, físicos e biológicos.

A espessura deste manto de alteração é um dos fatores mais importantes que mantém a disponibilidade de água subterrânea por longos períodos nestes terrenos cristalinos. Em seu modelo conceitual, segundo diversos autores, o perfil de alteração é formado, da base para o topo, por:

- ✓ rocha são essencialmente transmissiva e permeável apenas localmente, onde afetada por fraturamento tectônico;
- ✓ uma zona intermediária, alterada e fissurada, caracterizada por juntas sub-horizontais, cuja gênese é atribuída à descompressão e aos processos de alteração. O número de juntas diminui com o aumento da profundidade;
- ✓ uma camada alterada superficial, com espessuras que variam de zero até várias dezenas de metros. Sua composição argilo-arenosa confere permeabilidade relativamente baixa, mas significativa capacidade de retenção de água. Quando saturadas, estas camadas armazenam a maior parte da água subterrânea neste contexto hidrogeológico.

Na região, observou-se exatamente este perfil típico, sendo que a espessura da zona intemperizada depende da história geológica da área. Em áreas sujeitas a rápidos e

intensos processos erosivos, a rocha sã pode estar na superfície do terreno; por outro lado, em áreas pouco erodidas a rocha alterada pode se estender até 90 metros de profundidade. No entanto, as profundidades mais típicas estão entre 3 e 30 metros. Segundo informações colhidas na região de estudo, os poços domésticos têm, em geral, uma profundidade média até 20 metros, que é quando se atinge a rocha sã. A transição entre o saprólito e a rocha fresca ocorre ao longo de poucos metros com remanescentes da rocha sã em meio a uma matriz alterada.

A profundidade relativa e o grau de intemperismo também dependem do tamanho dos grãos minerais da rocha cristalina, da intensidade de fraturamento e da proporção de minerais ferro-magnesianos na rocha mãe. Em profundidades rasas, nas áreas de interflúvio, o movimento da água decresce verticalmente e em níveis mais profundos há um pequeno movimento lateral em direção às depressões topográficas que formam.

Autores diversos chamam a atenção para outro importante papel do manto de alteração e de outros depósitos superficiais, referente ao potencial para atenuar e retardar poluentes. Como a água subterrânea flui mais lentamente em aquíferos granulares do que em fraturas do embasamento, os depósitos de recobrimento, ocorrentes praticamente em toda a bacia, podem proteger o aquífero fraturado da poluição.

Outro fato importante é que as juntas sub-horizontais que ocorrem nos primeiros metros do embasamento cristalino são freqüentemente muito permeáveis. Se a rocha estiver exposta, essas estruturas geralmente são secas; mas quando existe água, ela fica muito vulnerável à poluição. Porém, no embasamento recoberto por espesso depósito superficial, como é o caso da bacia em estudo, essas juntas são mais facilmente explotáveis e podem contribuir para a produtividade dos poços.

Na área da bacia, como ocorre praticamente em toda a região do Sul de Minas, acima do manto de intemperismo muitas vezes ocorrem coberturas colúviais compostas por material inconsolidado, que possivelmente se somam ao papel armazenador do manto de alteração in situ. Tais coberturas são referidas aqui como Depósitos Colúvio-Eluviais, em cuja base normalmente se encontram as típicas linhas de pedras. A rocha alterada (ou saprólito), que ocorre sotoposta a estas coberturas, é referida aqui como manto de alteração ou manto de intemperismo. Ressalta-se que o termo manto

inconsolidado utilizado por alguns autores nem sempre é considerado adequado, pois, o material de alteração pode ser bastante consolidado em profundidade.

2.1.5.3 Rocha Fraturada ou Fissurada

Estas rochas ocorrem em toda a extensão da bacia mas, de maneira geral, os aspectos quantitativos relacionados às águas subterrâneas que ocorrem em rochas fraturadas são ainda pouco conhecidos, particularmente no que se refere à porosidade e à permeabilidade das rochas e às características dos fluxos.

A rocha fraturada é heterogênea e anisotrópica por natureza; mas, dependendo da escala de trabalho, o meio fraturado pode ser considerado como um meio contínuo ou como um meio descontínuo (Custodio e Llamas, 1996). Se o fraturamento for muito intenso, a ponto de o meio se comportar hidraulicamente como poroso, pode-se considerá-lo como um “contínuo equivalente” e determinar hidraulicamente e determinar suas características hidráulicas (Freeze e Cherry, 1979).

A abertura das fraturas é um fator fundamental para a produtividade dos poços em terrenos cristalinos, mas não devem ser descartados os demais fatores que também exercem influência sobre o fluxo da água subterrânea nestas rochas. Por isso mesmo que, na área da bacia em estudo, o prospector de águas subterrânea opta por furar os poços profundos nas linhas de falhas geológicas e em pontos onde há a presença de uma família de fraturas menores. Como também em rochas conhecidas por cataclasitos, que podem ser definidas como uma litologia silicosa, muitas vezes bastante fragmentadas e que se formaram em zonas de estresse, isto é, em zonas de falhas geológicas. De maneira geral, além de inúmeras mini fraturas, o que lhe confere boa permeabilidade, apresentam também uma boa porosidade por terem o comportamento de quartzito ou mesmo arenito, e podem se revelar como ótimos aquíferos.

Tendo em vista os estudos ainda não realizados e percebendo a necessidade de se ter maior conhecimento do potencial e da dinâmica das águas subterrâneas na Bacia do Rio Sapucaí, constata-se que há a necessidade de se aprofundar nos estudos deste importante recurso hídrico da bacia. Em princípio, os estudos já realizados são pontuais e visaram à perfuração de determinados poços, profundos ou até rasos, que foram executados na região.

Um estudo de maior profundidade que possa caracterizar melhor essas águas é importante para qualificar e quantificar as mesmas. Por isso mesmo é interessante abordar, a seguir, as suas características para, assim, propiciar condições para se definir os próximos estudos objetivamente.

2.1.5.4 Características Hidráulicas

A rocha cristalina não alterada e não fraturada tem menos de 1% de porosidade e a permeabilidade é tão pequena que pode ser considerada desprezível (Davis e Turk, 1964).

A porosidade da rocha são geralmente varia entre 0,1% e 1%, enquanto a rocha alterada pode ter até 45% de porosidade. A condutividade hidráulica varia de 10^{-6} a 10^3 ms⁻¹, dependendo também da intensidade do intemperismo e do grau de fraturamento. O intemperismo e o grau de fraturamento dependem da profundidade e causam variações na distribuição de capacidade específica .

A permeabilidade é determinada pela abertura da fratura, que, por sua vez, é governada pelas propriedades geomecânicas da rocha (Banks e Robins, 2002). De fato, a teoria pode mostrar que uma simples fratura de 1,0 mm de abertura pode transmitir mais água do que 900 fraturas paralelas planares de 0,1 mm de abertura.

2.1.5.5 Produtividade dos poços em rochas cristalinas

Devido à grande heterogeneidade das propriedades hidráulicas das rochas fraturadas, os valores de produtividade de água subterrânea em rochas cristalinas são significativamente variáveis.

Tratamentos estatísticos mostram que a média aritmética da produtividade de poços em aquíferos fraturados é desviada para patamares elevados devido à existência de alguns poços muito produtivos e de uma grande quantidade de poços com baixa produtividade e alguns comprovadamente secos, conforme informações colhidas in loco.

Geralmente, a produtividade fornecida pelos perfuradores é a vazão de curto período e que a verdadeira vazão, sustentável por longos períodos, pode ser consideravelmente menor. Ao mesmo tempo, os poços secos, podem não ter sido registrados,

introduzindo a um valor de produtividade superestimado. É também importante que os poços artificialmente estimulados por explosivos ou por fraturamento hidráulico sejam descartados da análise.

✓ **Fatores controladores**

O comportamento hidráulico dos diferentes tipos de rochas cristalinas é muito variável e depende, além das propriedades intrínsecas da rocha, de fatores externos a ela. Vários trabalhos têm sido conduzidos para tentar definir os fatores geológicos, hidrogeológicos e construtivos que interferem nos valores de produtividade.

De maneira geral, os principais fatores considerados como definidores da produtividade potencial dos aquíferos das rochas cristalinas são: clima; litotipo; topografia; formas de relevo; descontinuidades; intemperismo; tensão na crosta terrestre

✓ **Características construtivas do poço**

Uma das questões mais discutidas para obtenção de boas produtividades em terrenos de rocha fraturada é até que profundidade um poço deve chegar para obter a melhor produção do aquífero. Na região, segundo dados obtidos de poços perfurados pela COPASA, a profundidade média varia entre cerca de 70 e cerca de 120 metros.

✓ **Métodos de investigação**

Localizar poços no embasamento cristalino é uma tarefa bastante difícil, mesmo para os hidrogeólogos mais experientes. Muitas vezes, não existem grandes possibilidades de escolha, se a locação tem que ser feita dentro de uma área ou propriedade restrita. Mas quando existem boas opções de locação, várias técnicas e métodos de investigação podem ser utilizados. Eles devem ser aplicados de acordo com o nível de detalhe exigido para cada etapa do trabalho de investigação. Os custos são crescentes, conforme o nível de detalhe exigido e, normalmente, um método não exclui o outro, devendo ser utilizados de forma complementar.

Indica-se, sempre que economicamente viáveis, os seguintes métodos: Análise Estrutural; Sensoriamento Remoto; Sistemas de Informações Geográficas; Métodos Geofísicos.

2.1.6 Qualidade da Água em Aqüíferos Fraturados

Os principais constituintes químicos dos minerais que formam as rochas cristalinas são os óxidos de silício, alumínio, ferro, cálcio, sódio, magnésio e potássio. Segundo alguns estudiosos a degradação dos minerais que contêm silício, alumínio e ferro dá lugar a materiais residuais insolúveis que permanecem in situ. A degradação dos minerais com cálcio, magnésio e potássio dá origem a materiais solúveis que são transportados pela água.

Os minerais ferromagnesianos se desintegram mais rapidamente do que os feldspáticos. Dentre estes, os cálcio-sódicos se alteram mais facilmente do que os potássicos, por isso, o cálcio e o sódio são mais abundantes nestas águas. A concentração do íon potássio raramente é superior a 10 ppm, ainda que seja um constituinte muito importante das rochas cristalinas. Isto se deve à fixação deste íon nas partículas argilosas.

Em geral, as águas podem ser definidas como bicarbonatadas, cálcio-sódicas ou bicarbonatadas cálcio-magnesianas (Custódio e Llamas, 1996). Nos climas úmidos, ou mesmo no semi-árido, as águas subterrâneas das rochas cristalinas costumam ter um resíduo seco muito pequeno, freqüentemente inferior a 200 ou 300 ppm.

Quanto à susceptibilidade à poluição, a rocha fraturada não tem a mesma capacidade dos aqüíferos de porosidade granular para reter germes patogênicos. Assim, é muito comum a contaminação de poços escavados e pouco profundos em terrenos cristalinos. Como já foi informada anteriormente, a presença de um manto de alteração espesso pode significar proteção para o aqüífero constituído pela rocha fraturada subjacente.

2.1.7 Caracterização do Aqüífero Aluvial

Os depósitos aluviais na região é constituído de detritos das mais variadas frações granulométricas, desde seixos até argilas, com predomínio, na maioria das vezes, da fração arenosa. O tipo de rio (ou riacho) e do material rochoso sobre o qual o rio percorre. No baixo curso do rio onde os gradientes são muito suaves, acarretando baixas velocidades de fluxo, a tendência é para depositar material de granulometria pelítica, silte e argila; o mesmo ocorre nos obstáculos barráveis ao longo do curso do rio (barragem, açude, etc) onde a força viva do rio é amortecida e até mesmo

paralisada. Quanto à litologia do embasamento rochoso, em áreas com predominância de minerais granulares (quartzo, feldspato, etc), como no caso de nossa área de estudo, a tendência de formação de aluviões mais grosseiros é maior do que em regiões onde predominem rochas filitosas (filito, ardósia, etc), que produzirão em geral, sedimentos mais finos.

A geometria do “aquífero aluvial” é bem distinta daquelas de um aquífero regional, pois, a sua característica principal é a desproporção entre as suas dimensões, apresentando-se com comprimento largura espessura. Com efeito, esse aquífero apresenta extensões às vezes superiores a 100 km, com larguras que raramente atingem a 3 km (em geral são inferiores a 500m) e espessuras que dificilmente atingem a 20 m (geralmente são inferiores a 10 m). Vide Mapa Hidrogeológico – Anexo C.

Outra característica deste aquífero na região é a grande variação ao longo do seu eixo maior (comprimento), das outras duas dimensões (largura e espessura); é comum encontrar-se zonas de extrema largura (são conhecidos terraços aluviais com cerca de 3 km de largura), entremeadas com estrangulamentos laterais do leito, formando no conjunto, uma autêntica “salsicha”, com nós e ventres alternados. Quanto à espessura, também varia muito, tanto no sentido longitudinal quanto no transversal. Essa intensa variação de dimensões dificulta a avaliação das reservas hídricas acumuladas e disponíveis para exploração, em estudos de planejamento do uso de recursos hídricos subterrâneos.

2.1.7.1 Constituição granulométrica do depósito aluvial

A granulometria do material que compõe o depósito aluvial, diminui do alto para o baixo curso dos rios, na medida em que diminui a sua competência em função de diminuição da velocidade de refluxo. Simultaneamente com essa tendência ocorrem sempre, em maior ou menor intensidade, outros agentes ou fatores que interferem na atuação da velocidade do rio, propiciando mudanças bem acentuadas nessa sistemática de distribuição granulométrica.

Essas variações acarretam muitas vezes, feições granulométricas muito irregulares, como estratificação cruzadas, formações lenticulares, terminações em cunha, interdigitações, mudanças progressivas de fácies, etc, dificultando o estudo da avaliação de reservas e recursos exploráveis, pois a porosidade total, porosidade

eficaz, permeabilidade e demais coeficientes, são variáveis em função da constituição granulométrica do depósito aluvial.

2.1.7.2 Integração água superficial – água subterrânea de aluvião

Mesmo com a adoção de barramentos subterrâneos, (medida muito utilizada para contenção e reservação das águas de depósitos aluvionares) as reservas hídricas acumuladas em depósitos aluviais não são suficientes para a manutenção de um projeto de irrigação, por exemplo, com dezenas ou centenas de hectares, face às características da geometria do aquífero, já comentadas.

Para garantir a recarga do manancial hídrico subterrâneo de pequena espessura como o aquífero aluvial, necessário se faz uma integração entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A forma mais racional de preservação da recarga do aquífero aluvial é o represamento da água superficial em barragem a montante do curso, que atuará com uma “barragem-mãe”. A água estocada nessa barragem será liberada gradativamente pela calha aluvial, à medida que os recursos hídricos subterrâneos forem sendo reduzidos pela exploração contínua para a irrigação ou outro uso. O sistema atuará, assim, como uma reservação superficial com adução subterrânea o que implicará em grande economia, pois se evitará a captação que se fará em qualquer ponto do depósito aluvial.

A seguir apresenta-se a Tabela 3 com os dados referentes aos diversos poços profundos perfurados pela COPASA na área da Bacia.

Tabela 3 – Poços profundos perfurados pela COPASA na área da Bacia

POÇO_	VAZAO	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	PROF.	METODO	LONG	LAT	S_LONG*	S_LAT*
C72300001	2,27	WENCESLAU BRAS	SEDE	150	ROTO – PN	463475	7509175	-45,397	-22,537
C72300002	0,93	WENCESLAU BRAS	SEDE	132	ROTO – PN	463575	7508892	-45,397	-22,537
C10600201	3,03	CAMBUÍ	CONGONHAL	84	HÁ DEFIN	0	0	-46,077	-22,644
RP0001	0,00	CAMBUÍ	RIO DO PE	120		0	0	-46,077	-22,644
C75400001	0,00	SENADOR AMARAL	SEDE	97	ROTO – PN	0	0	-46,203	-22,598
C75400002	0,00	SENADOR AMARAL		93	ROTO – PN	0	0	-46,203	-22,598
C75400003	0,00	SENADOR AMARAL	SEDE	0		0	0	-46,203	-22,598
C65400001	2,27	SAPUCAÍ- MIRIM	SEDE	110	ROTO – PN	0	0	-45,767	-22,786
C65400002	0,00	SAPUCAÍ- MIRIM		100	PERCUSSAO	423833	7884548	-45,767	-22,786
C63200001	0,00	SÃO JOSÉ DO ALEGRE	SEDE	60	ROTO – PN	445685	7530897	-45,551	-22,361
C63200001A	0,00	SÃO JOSÉ DO ALEGRE	SEDE	96	PERCUSSAO	0	0	-45,551	-22,361
C63200002	0,00	SÃO JOSÉ DO ALEGRE	SEDE	50	ROTO – PN	445610	7530911	-45,551	-22,361
C63200003	5,87	SÃO JOSÉ DO ALEGRE		60	ROTO – PN	445611	7531045	-45,551	-22,361
C63200003A	8,33	SÃO JOSÉ DO ALEGRE	SEDE	57	PERCUSSAO	0	0	-45,551	-22,361
C63200005	0,00	SÃO JOSÉ DO ALEGRE	SEDE	150	ROTO – PN	0	0	-45,551	-22,361
C62000003	2,06	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	SEDE	216		443105	7576182	-45,625	-21,915
E620000010	4,50	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	SEDE	60	COMPRESSO	0	0	-45,625	-21,915
C59500101	3,90	SANTA RITA DO SAPUCAÍ	DISTRITO	120	ROTO – PN	0	0	-45,701	-22,265
C52500001	4,50	POUSO ALEGRE	SEDE	90	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C52500002	0,76	POUSO ALEGRE	SEDE	110	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C52500003	5,26	POUSO ALEGRE	SEDE	120	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C52500004	2,50	POUSO ALEGRE		120	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C52500005	0,48	POUSO ALEGRE	SEDE	120	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C52500006	2,50	POUSO ALEGRE	SEDE	150	ROTO – PN	407315	7533284	-45,944	-22,265
C52500102	0,00	POUSO ALEGRE	C.D.I	95	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C52500201	1,00	POUSO ALEGRE	SÃO JOSÉ	108	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C52500202	4,65	POUSO ALEGRE		78	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C52500203	3,03	POUSO ALEGRE	SÃO JOSÉ	80	ROTO – PN	0	0	-45,944	-22,265
C09500001	0,00	CACHOEIRA DE MINAS	SEDE	92	ROTATIVO	0	0	-45,810	-22,368

POÇO_	VAZAO	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	PROF.	METODO	LONG	LAT	S_LONG*	S_LAT*
C09500002	0,00	CACHOEIRA DE MINAS	SEDE	86	PERFURADO	0	0	-45,810	-22,368
C09500101	0,00	CACHOEIRA DE MINAS	SANTO ANT	126	PERFURADO	0	0	-45,810	-22,368
C09500102	0,00	CACHOEIRA DE MINAS	SANTO ANT	108	ROTO – PN	0	0	-45,810	-22,368
C09500103	0,73	CACHOEIRA DE MINAS	SANTO ANT	81	PERCUSSAO	0	0	-45,810	-22,368
C08100101	0,00	BORDA DA MATA	SERTÃO DA	90	ROTO – PN	0	0	-46,205	-22,294
C08100301	3,70	BORDA DA MATA	SERTÃOZIN	108	ROTO – PN	0	0	-46,205	-22,294
C08100601	2,84	BORDA DA MATA	SERRINHA	150	ROTO – PN	386882	7533440	-46,205	-22,294
C10500001	6,25	CAMANDUCAIA	SEDE	62	PERFURADO	0	0	-46,124	-22,763
C10500002	1,14	CAMANDUCAIA	SEDE	68	ROTATIVO	0	0	-46,124	-22,763
C10500003	6,06	CAMANDUCAIA	SEDE	91	ROTATIVO	0	0	-46,124	-22,763
C10500004	0,00	CAMANDUCAIA	SEDE	106	ROTO – PN	0	0	-46,124	-22,763
C10500005	1,25	CAMANDUCAIA	SEDE	120	ROTO – PN	0	0	-46,124	-22,763
C10500006	0,00	CAMANDUCAIA	SEDE	100	ROTO – PN	0	0	-46,124	-22,763
C10500401	0,00	CAMANDUCAIA	BAIRRO PO	138	ROTO – PN	0	0	-46,124	-22,763
C08500001	0,00	BRASÓPOLIS	SEDE	52	PERCUSSAO	0	0	-45,622	-22,492
C08500002	5,71	BRASÓPOLIS	SEDE	92	PERCUSSAO	0	0	-45,571	-22,483
C08500003	0,27	BRASÓPOLIS	SEDE	110	PERCUSSAO	0	0	-45,571	-22,483
C08500004	2,29	BRASÓPOLIS	SEDE	100	PERCUSSAO	0	0	-45,571	-22,483
C08500005	4,16	BRASÓPOLIS	SEDE	100	ROTATIVO	0	0	-45,571	-22,483
C08500006	5,00	BRASÓPOLIS	SEDE	105	ROTATIVO	0	0	-45,571	-22,483
C08500007	6,45	BRASÓPOLIS	SEDE	100	PERCUSSAO	0	0	-45,571	-22,483
C08500008	3,38	BRASÓPOLIS	SEDE	100	PERCUSSAO	0	0	-45,571	-22,483
C08500101	0,00	BRASÓPOLIS	BOM SUCES	120	ROTO – PN	0	0	-45,622	-22,492
C08500102	1,82	BRASÓPOLIS	BOM SUCES	78	ROTO – PN	0	0	-45,622	-22,492
C08500103	0,96	BRASÓPOLIS	BOM SUCES	150	ROTO – PN	441438	7512846	-45,622	-22,492
C08500104	8,00	BRASÓPOLIS	BOM SUCES	120	ROTO – PN	441545	7513133	-45,622	-22,492
C08500201	5,26	BRASÓPOLIS	ESTAÇÃO D	79	ROTO – PN	442208	7515706	-45,622	-22,492
C08500501	2,32	BRASÓPOLIS	CRUZ VERA	120	ROTO – PN	0	0	-45,622	-22,492
C08500502	4,00	BRASÓPOLIS	CRUZ VERA	120	ROTO – PN	0	0	-45,622	-22,492
C08500102A	2,84	BRASÓPOLIS	BOM SUCES	118	ROTO – PN	0	0	-45,622	-22,492

POÇO_	VAZAO	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	PROF.	METODO	LONG	LAT	S_LONG*	S_LAT*
C19000002	5,00	CORDISLÂNDIA	SEDE	40	PERCUSSAO	0	0	-45,667	-21,783
C21100101	0,16	DELFIN MOREIRA	POSTO FIS	90	ROTO – PN	475516	7505187	-45,315	-22,532
C24500001	5,71	ESTIVA	SEDE	76	ROTO – PN	0	0	-46,000	-22,433
C24500002	0,00	ESTIVA	SEDE	100	ROTATIVO	0	0	-46,019	-22,496
C24500003	7,40	ESTIVA	SEDE	70	ROTATIVO	0	0	-46,000	-22,433
C24500004	2,40	ESTIVA	SEDE	75	ROTO – PN	0	0	-46,000	-22,433
C24500005	8,69	ESTIVA	SEDE	85	ROTATIVO	395571	7516020	-46,019	-22,496
C24500006	4,08	ESTIVA	SEDE	80	ROTO – PN	395509	7516427	-46,019	-22,496
C24500007	2,98	ESTIVA	SEDE	79	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500008	5,00	ESTIVA	SEDE	82	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500009	5,50	ESTIVA	SEDE	132	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500010	1,40	ESTIVA	SEDE	120	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500011	0,00	ESTIVA	SEDE	120	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500012	4,00	ESTIVA	SEDE	103	ROTO – PN	395610	7514412	-46,019	-22,496
C24500101	3,33	ESTIVA	BOA VISTA	72	ROTO – PN	0	0	-46,015	-22,517
C24500201	3,33	ESTIVA	CÓRREGO D	80	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500202	2,82	ESTIVA	CÓRREGO D	100	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500203	2,98	ESTIVA	CÓRREGO D	114	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500203	2,98	ESTIVA	CÓRREGO D	114	PERCUSSAO	0	0	-46,019	-22,496
C24500301	5,12	ESTIVA	LAGOA	61	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500401	3,44	ESTIVA	BAIRRO FA	84	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500501	5,00	ESTIVA	BAIRRO GR	66	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500502	0,00	ESTIVA	BAIRRO GR	120	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500601	0,95	ESTIVA	BAIRRODO	95	ROTO – PN	0	0	-46,019	-22,496
C24500701	0,00	ESTIVA	BAIRRO PI	120	ROTO – PN	386846	7513352	-46,019	-22,496
C27400201	1,03	GONÇALVES	CÓRREGO D	90	PERCUSSAO	0	0	-45,871	-22,682
C29200001	3,84	HELIODORA	SEDE	81	ROTO – PN	443789	7559955	-45,565	-22,070
C29200002	1,90	HELIODORA	SEDE	85	ROTO – PN	0	0	-45,530	-22,097
C29200003	1,30	HELIODORA	SEDE	80	ROTO – PN	0	0	-45,530	-22,097
C29200004	1,48	HELIODORA	SEDE	81	ROTO – PN	0	0	-45,530	-22,097

POÇO_	VAZAO	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	PROF.	METODO	LONG	LAT	S_LONG*	S_LAT*
C29200101	1,81	HELIODORA	B. SOBRAL	112	ROTO – PN	448025	7665870	-45,565	-22,070
C29200102	3,44	HELIODORA	B. SOBRAL	120	ROTO – PN	449221	7566024	-45,565	-22,070
C13600001	2,84	CAREAÇU	SEDE	90	ROTO – PN	0	0	-45,738	-22,068
C14700001	0,00	CARVALHÓPOLIS	SEDE	84	ROTO – PN	0	0	-45,860	-21,808
C14700002	0,00	CARVALHÓPOLIS	SEDE	80	ROTO – PN	0	0	-45,860	-21,808
C17800001	5,00	CONCEIÇÃO DOS OUROS	SEDE	92	ROTATIVO	0	0	-45,780	-22,430
C17800002	6,45	CONCEIÇÃO DOS OUROS	SEDE	62	ROTATIVO	0	0	-45,755	-22,403
C17800003	2,32	CONCEIÇÃO DOS OUROS	SEDE	129	ROTATIVO	0	0	-45,780	-22,430
C17800004	2,91	CONCEIÇÃO DOS OUROS	SEDE	105	ROTATIVO	0	0	-45,780	-22,430
C17800101	1,51	CONCEIÇÃO DOS OUROS	CAMPO DO	118	ROTO – PN	419104	7514409	-45,835	-22,447
C17800102	0,00	CONCEIÇÃO DOS OUROS	CAMPO DO	130	ROTO – PN	0	0	-45,835	-22,447
C17800103	0,00	CONCEIÇÃO DOS OUROS	CAMPO DO	150	ROTO – PN	0	0	-45,835	-22,447
C19000002	5,00	CORDISLÂNDIA	SEDE	40	PERCUSSAO	0	0	-45,667	-21,783
C21100101	0,16	DELFIN MOREIRA	POSTO FIS	90	ROTO – PN	475516	7505187	-45,315	-22,532
C27400201	1,03	GONÇALVES	CÓRREGO D	90	PERCUSSAO	0	0	-45,871	-22,682
C32400101	1,75	ITAJUBÁ	BAIRRO HÁ	102	ROTO – PN	459473	7525494	-45,459	-22,450
C32400102	0,00	ITAJUBÁ	BAIRRO HÁ	120	ROTO – PN	0	0	-45,459	-22,450
C32400103	0,79	ITAJUBÁ	BAIRRO HÁ	120	ROTO – PN	458615	7526059	-45,459	-22,450
C32400201	1,29	ITAJUBÁ	CACHOEIRI	121	ROTO – PN	0	0	-45,459	-22,450
C32400202	2,44	ITAJUBÁ	CACHOEIRI	121	ROTO – PN	0	0	-45,459	-22,450
E461005010	4,01	OURO FINO	SEDE	47	NÃO DEFIN	0	0	-46,007	-21,883
C39800001	13,34	MARIA DA FÉ	SEDE	61	PERCUSSAO	0	0	-45,369	-22,480
C39800002	0,84	MARIA DA FÉ	SEDE	82	PERCUSSAO	0	0	-45,369	-22,480
C42600001	2,73	MONSENHOR PAULO	SEDE	80	ROTO – PN	0	0	-45,547	-21,763
C42600002	1,33	MONSENHOR PAULO	SEDE	92	ROTO – PN	0	0	-45,547	-21,763
C42600003	2,77	MONSENHOR PAULO	SEDE	93	ROTATIVO	0	0	-45,547	-21,763
C42600004	5,88	MONSENHOR PAULO	SEDE	99	ROTATIVO	0	0	-45,547	-21,763
C42600005	0,00	MONSENHOR PAULO	SEDE	86	ROTO – PN	0	0	-45,561	-21,778
C42600006	3,17	MONSENHOR PAULO	SEDE	105	ROTO – PN	0	0	-45,547	-21,763
C42600007	0,00	MONSENHOR PAULO	SEDE	70	ROTO – PN	0	0	-45,561	-21,778

POÇO_	VAZAO	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	PROF.	METODO	LONG	LAT	S_LONG*	S_LAT*
C42600008	0,00	MONSENHOR PAULO	SEDE	80	ROTO – PN	0	0	-45,561	-21,778
C42600009	0,00	MONSENHOR PAULO	SEDE	86	ROTO – PN	0	0	-45,561	-21,778

* - Em alguns casos, quando não obteve as coordenadas do poço propriamente dito, foram utilizadas as coordenadas da sede dos municípios

2.1.8 Cálculo das Vazões e Profundidade dos Poços

Os dados utilizados são aqueles fornecidos pela COPASA e são apresentados nas Figuras 3, 4 e 5, onde se observa que existem muitos “buracos”, além disso o conjunto de dados utilizados possui pouco mais de 100 observações, muitas delas concentradas em uma mesma localidade (Nestes casos o programa tira uma media para produzir o valor Z do nó mais próximo). Tais fatores diminuem a eficácia das interpolações.

Mesmo com estas considerações, com os dados fornecidos pode-se estimar a tendência das vazões subterrâneas e em qual profundidade poderemos encontrá-las nos diversos pontos na área da bacia.

Localizado um ponto na bacia, através do código de cores obtêm-se o valor da vazão a esperar bem como em qual profundidade deverá ser executado um poço para se obter tal vazão. Tal informação é útil para estimativa de produção e custos, além de poder ser definida estratégias de atuação a partir das informações ali contidas, em combinação com outros mapas.

Posteriormente este estudo será ampliado com o cadastro daqueles poços já outorgados na região, além destes da COPASA que foram utilizados para este estudo preliminar. Em princípio, com os dados já obtidos, pode-se analisar o potencial da bacia no que diz respeito às vazões que se podem obter dependendo do posicionamento do poço a ser perfurado e, até mesmo, a que profundidade o prospector deverá atingir o aquífero procurado. No entanto, somente após o levantamento dos outros poços existentes na região da bacia é que se fará uma análise com melhores chances de acertos e, assim, poder fornecer uma radiografia mais confiável sobre o potencial da região no que diz respeito às águas subterrâneas. As figuras elucidam bem os resultados.

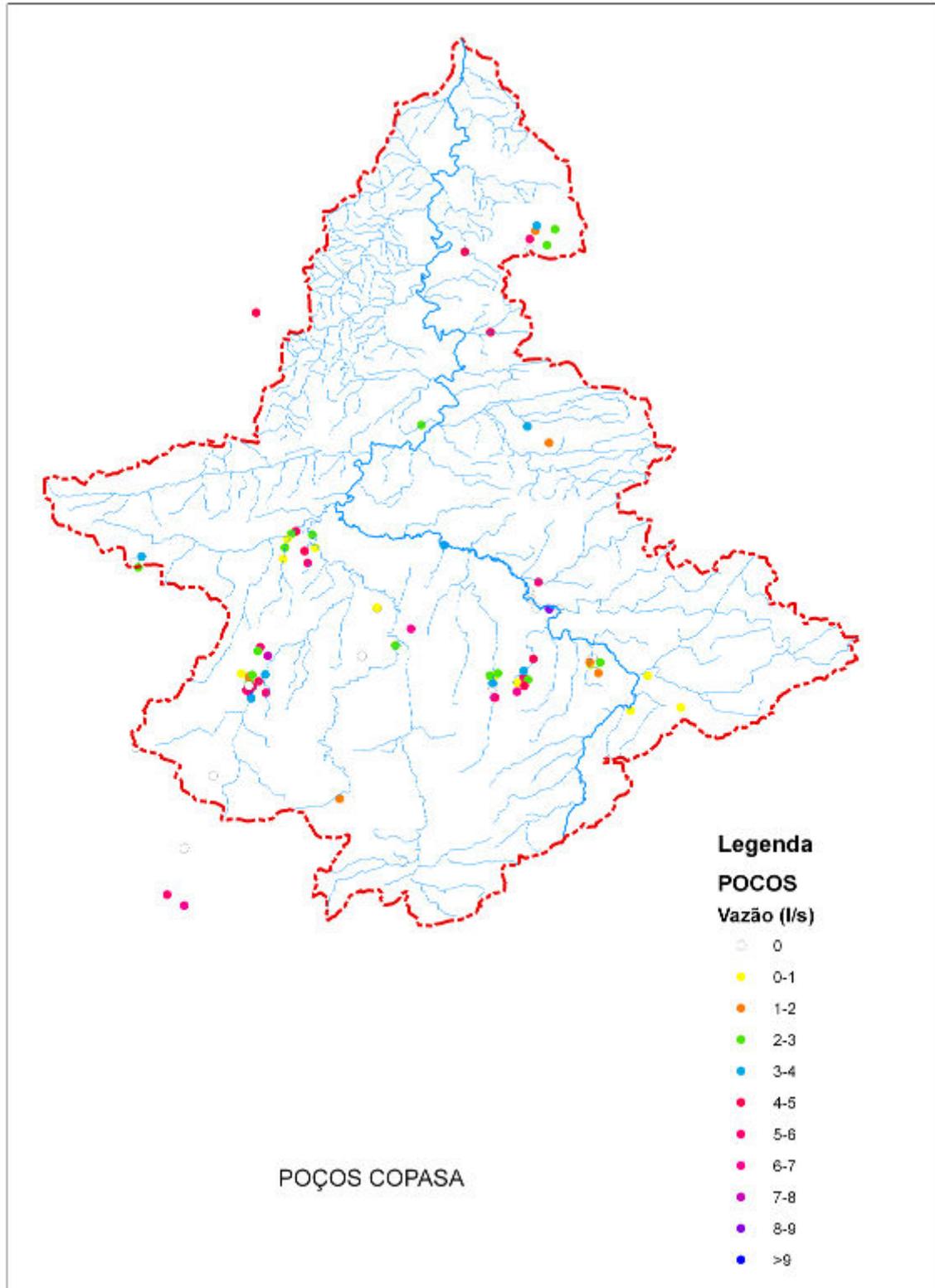


Figura 3 – Localização dos poços da COPASA: escala 1:600.000

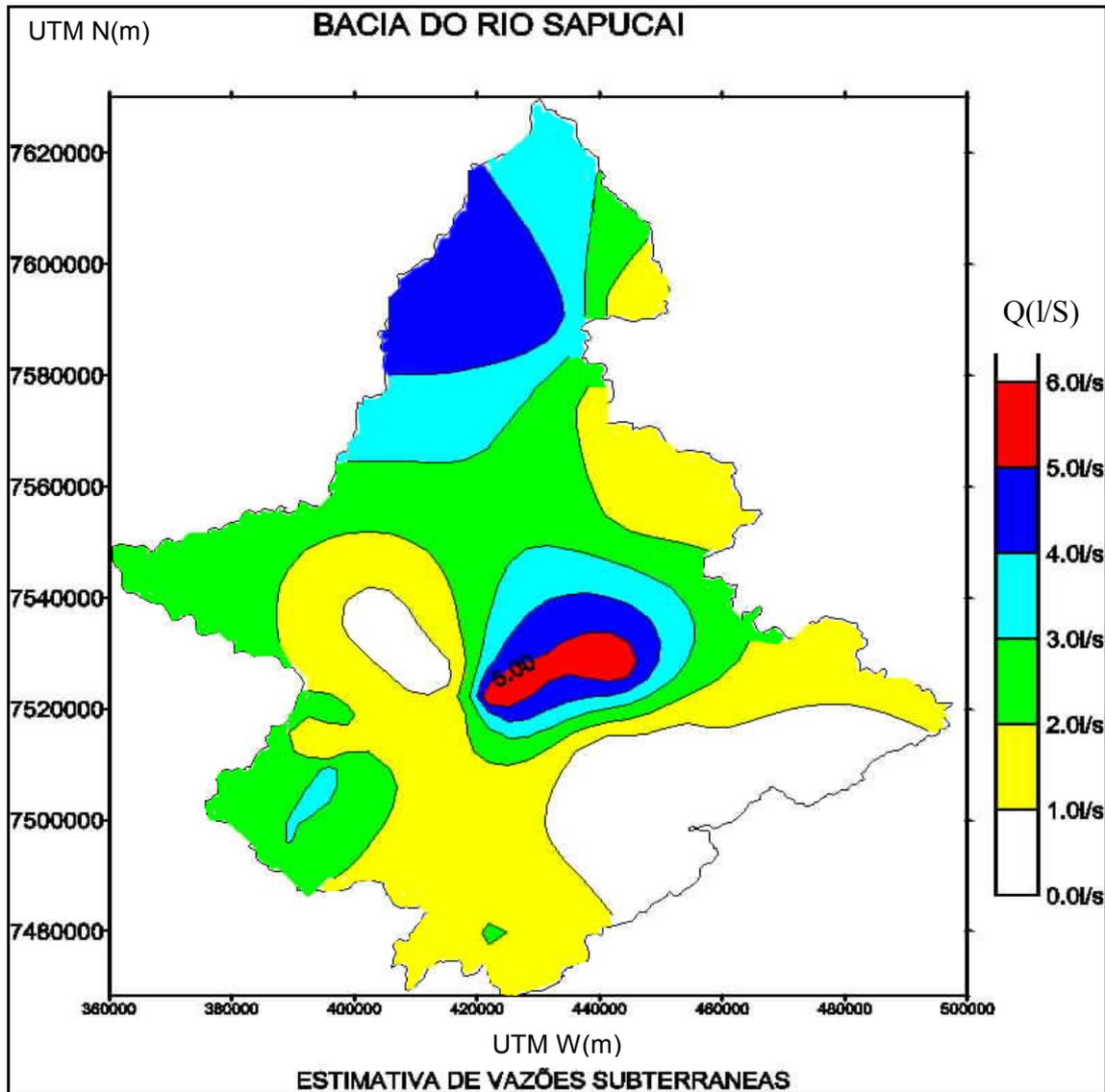


Figura 4 – Estimativa de vazões subterrâneas. Escala: 1:600.00

É interessante perceber que de 121 (cento e vinte e um) poços perfurados pela COPASA na bacia, 34 (trinta e quatro) se revelaram secos, com vazão zero, o que representa 28% dos poços. É uma grande parcela e mostra as dificuldades de se executar poços produtivos em terrenos constituídos principalmente por aquíferos fissurados cristalinos.

É importante também evidenciar a quantidade de poços com produção até 3,0 l/s, que perfazem um total de 78 (setenta e oito) poços, representando 64,5% do total de poços. O que pode ser considerado também um número muito grande e que mostra as dificuldades, mesmo quando se emprega os conhecimentos da geologia, de se efetivar poços com boas produções na região. Por isso mesmo é interessante as informações

técnicas aqui registradas, sobre as características das rochas e sistemas aquíferos presentes na bacia, visando disponibilizar maior conhecimento e propiciar a melhor compreensão da bacia para se obter maior acerto quando de perfuração de poços, rasos ou profundos.

Verifica-se ainda que os poços com as maiores vazões, acima de 4,0 l/s por exemplo, foram perfurados sobre as rochas cristalinas, em aquíferos fissurados. Os municípios agraciados com estas vazões são: São José do Alegre, São Gonçalo do Sapucaí, Pouso Alegre, Camanducaia, Brasópolis, Cordislândia, Estiva, Conceição dos Ouros, Maria da Fé, Monsenhor Paulo.

Não significa que em outras litologias ou em outros sistemas aquíferos não se poderão obter poços com vazões similares. Maiores estudos poderão demonstrar melhor o potencial dos outros sistemas.

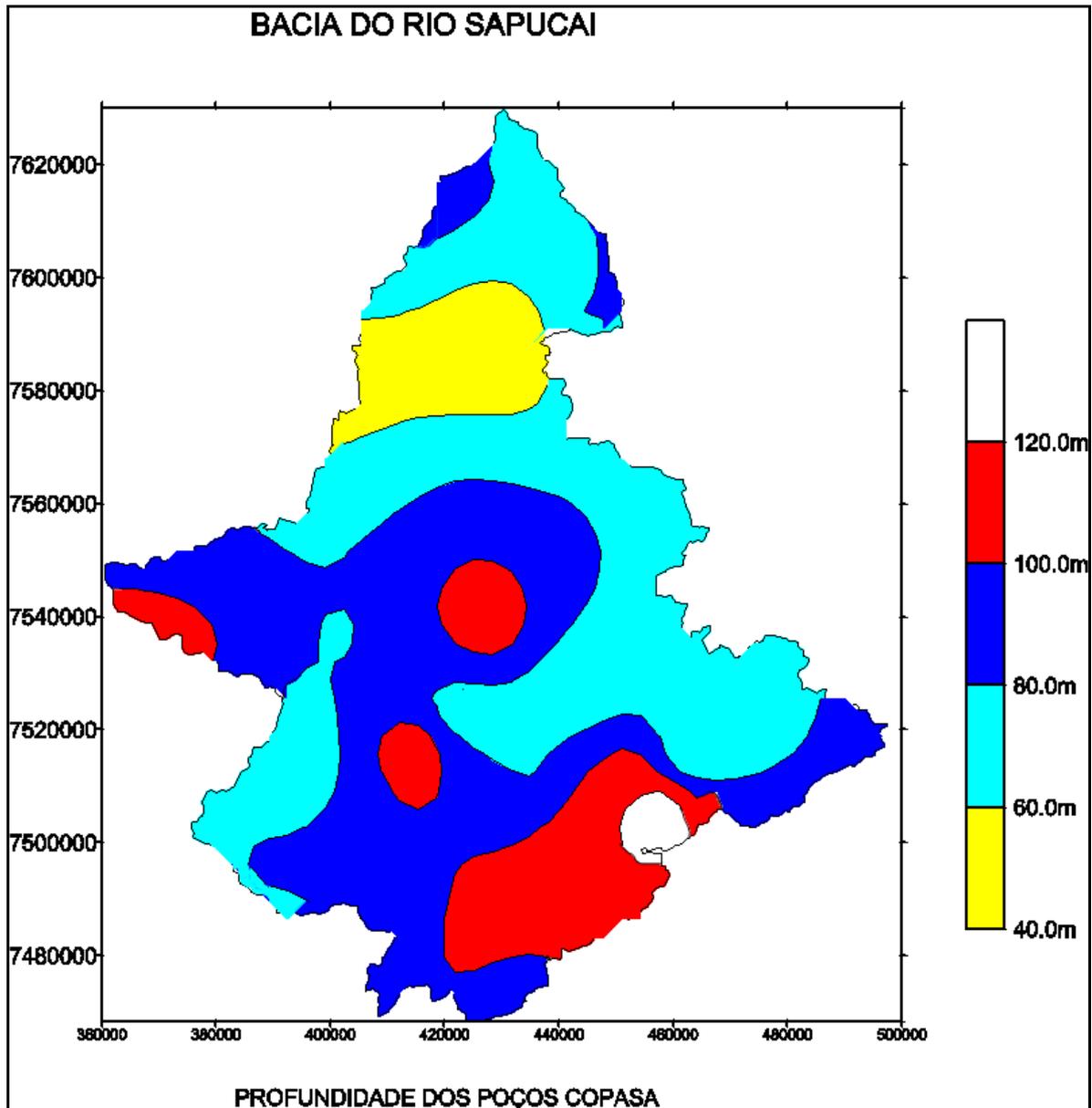


Figura 5 – Profundidade dos poços da COPASA

Relativamente sobre a profundidade dos poços, esta é muito relativa e depende tanto da litologia ou sistema aquífero, como da cobertura de solo existente localmente, das estruturas geológicas presentes na rocha, que é o próprio aquífero, ou mesmo naquelas que poderão ser as rochas encaixantes. Cada caso deverá ser analisado com o conhecimento técnico devido.

2.1.9 Recursos Minerais

Especificamente no tocante aos recursos minerais da bacia, foram consultadas informações atualizadas de processos de Concessão de Lavra, Licenciamento, Alvarás de Pesquisa Mineral de diversas modalidades de extração mineral junto ao DNPM- Departamento Nacional de Produção Mineral, do MME-Ministério das Minas e Energia, de forma a identificar: áreas onde provavelmente já ocorreu ou ocorre algum tipo de pesquisa ou extração mineral; nomes dos requerentes; substâncias minerais pesquisadas ou lavradas; último evento ocorrido e publicado no Diário Oficial da União; e dimensões das áreas. Esta pesquisa foi realizada na área de estudo, sendo os dados apresentados no Quadro a seguir.

Predomina, na área de influência do empreendimento, a ocorrência de bens minerais do tipo classe II, como areia e argila, utilizados na construção civil. Além destes, registrou-se também a ocorrência significativa de outros bens minerais como ouro e água mineral.

O Anexo D mostra a distribuição dos bens minerais em situação de pesquisa mineral ou mesmo de exploração.

PROCESSO	AREA_HA	FASE	NOME	ULT_EVENTO	SUBS	UF
801445/1977	28,50	CONCESSÃO DE LAVRA	A. GRANUSO LTDA.	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 22/03/2007	AREIA	MG
833914/1995	49,66	REQUERIMENTO DE LAVRA	A. GRANUSO LTDA.	365 – REQ LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZ EM 21/11/2008	AREIA	MG
833915/1995	49,94	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	A. GRANUSO LTDA.	794 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 28/11/2008	AREIA	MG
831641/1997	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	A. GRANUSO LTDA.	365 – REQ LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZ EM 24/07/2008	AREIA	MG
831640/1997	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	A. GRANUSO LTDA.	336 – REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 23/07/2008	AREIA	MG
831642/1997	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	A. GRANUSO LTDA.	364 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA APROVADO EM 25/06/2009	AREIA	MG
831079/1999	50,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ADRIANA SKAF	255 – AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 25/06/2005	AGUA MINERAL	MG
830076/1986	50,00	CONCESSÃO DE LAVRA	AGUA MINERAL DA SERRA DA MANTIQUEIRA LTDA.	436 – CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 29/10/2008	AGUA MINERAL	MG
810642/1973	496,00	CONCESSÃO DE LAVRA	ALLSTONE PEDRAS E GRANITOS LTDA	25 – PAGAMENTO DA MULTA EFETUADO-RAL EM 30/01/2009	GNAISSE	MG
831440/1990	985,12	REQUERIMENTO DE LAVRA	AMAL – Empreendimentos e Mineradora Alvorada Ltda.	332 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL DIREITO REQ LAV EFETIV EM 06/08/2007	ARGILA REFRATARIA	MG
831443/1990	1000,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	AMAL – Empreendimentos e Mineradora Alvorada Ltda.	332 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL DIREITO REQ LAV EFETIV EM 06/08/2007	DURO	MG
831441/1990	900,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	AMAL – Empreendimentos e Mineradora Alvorada Ltda.	332 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL DIREITO REQ LAV EFETIV EM 06/08/2007	ARGILA REFRATARIA	MG
831442/1990	1000,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	AMAL – Empreendimentos e Mineradora Alvorada Ltda.	332 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL DIREITO REQ LAV EFETIV EM 06/08/2007	DURO	MG
821016/2000	46,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AMARAI DE OLIVEIRA GOMES	644 – AUT PESQ/MULTA APLICADA-RELATÉRIO PESQUISA EM 23/10/2006	AREIA	SP
830108/2004	424,25	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AMBROGI & RIBEIRO LTDA	236 – AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 01/04/2009	ARGILA	MG
830852/2000	49,35	LICENCIAMENTO	ANTÔNIO CARLOS DA SILVA – FIRMA INDIVIDUAL	742 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÃA AUTORIZADA EM 08/03/2007	AREIA	MG
830221/1998	1343,47	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ANTÔNIO GONÃALVES CORREIA	178 – AUT PESQ/NOTIFICAÇÃO ADM L PGTO DÉBITO TAH EM 15/01/2009	MINÉRIO DE OURO	MG
831964/1998	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	BENEDITO GOMES DE SOUZA FILHO & CIA LTDA.	332 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL DIREITO REQ LAV EFETIV EM 11/09/2008	AREIA	MG
831163/2000	49,98	CONCESSÃO DE LAVRA	BENEDITO PEREIRA DOS SANTOS – FIRMA INDIVIDUAL	436 – CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 01/07/2009	AGUA MINERAL	MG
831484/1999	49,98	LICENCIAMENTO	BRASIPEDRA MINERAÇÃO INDUSTRIA E COMÉRCIO LTDA	720 – LICEN/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZAD EM 04/09/2007	AREIA	MG
833252/1989	56,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	BRITA CAMBUI INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	365 – REQ LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZ EM 03/07/2009	GRANITO	MG
830270/1996	50,00	LICENCIAMENTO	BRITASUL INDUSTRIA E MINERAÇÃO LTDA	759 – LICEN/RAL ANOS ANTERIORES APRESENTADO EM 19/03/2008	GRANITO	MG
830853/1986	798,04	REQUERIMENTO DE LAVRA	C. FERNANDO R. DA PAZ – FI	351 – REQ LAV/DESISTENCIA REQ LAVRA PROTOCOLIZ EM 11/01/2008	MIGMATITO	MG
830854/1986	989,32	REQUERIMENTO DE LAVRA	C. FERNANDO R. DA PAZ – FI	1044 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL REQ LAV EFETIVADA EM 05/05/2009	MIGMATITO	MG
831176/1998	1,30	LICENCIAMENTO	CARLOS ALBERTO DOS SANTOS- FI	742 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÃA AUTORIZADA EM 04/11/2008	AREIA	MG
832549/1986	749,04	REQUERIMENTO DE LAVRA	CARLOS FERNANDO RODRIGUES DA PAZ	362 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 12/03/2007	MIGMATITO	MG
830770/1998	50,00	LICENCIAMENTO	CERÂMICA SÃO JUDAS TADEU IND E COM LTDA	755 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÃA SOLICITADO EM 05/06/2009	ARGILA	MG
830771/1998	50,00	LICENCIAMENTO	CERÂMICA SÃO JUDAS TADEU IND E COM LTDA	755 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÃA SOLICITADO EM 05/06/2009	ARGILA	MG
830436/1988	325,02	REQUERIMENTO DE LAVRA	CHARLES MAKLOUF ANDARI – ME	365 – REQ LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZ EM 12/06/2009	GRANITO	MG
831250/2000	372,71	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CLODOALDO VENÃNCIO DE SOUZA	642 – AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO-TAH EM 29/02/2008	ARGILA REFRATARIA	MG

PROCESSO	AREA_HA	FASE	NOME	ULT_EVENTO	SUBS	UF
832225/2000	15,00	LICENCIAMENTO	CONSTRUTORA BARBOSA MELLO S.A.	718 – LICEN/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 23/01/2006	GNAISSE	MG
831388/2001	45,34	LICENCIAMENTO	DALMO NEY VIEIRA & CIA LTDA.	718 – LICEN/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 23/06/2009	AREIA	MG
831732/1998	9,85	LICENCIAMENTO	DRAGA DENIZE LTDA.	736 – LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 12/09/2007	AREIA	MG
831527/2000	30,68	LICENCIAMENTO	DRAGA PARAGUAÁU LTDA.	746 – LICEN/PEDIDO RECONSIDERAÇÃO PROTOCOLIZADO EM 05/12/2008	AREIA	MG
830091/1978	12,78	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	EAC- EMPRESA DE AGUAS CAPIVARY LTDA	250 – AUT PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 04/11/2008	AGUA POTAVEL DE MESA	MG
833916/1993	999,88	REQUERIMENTO DE LAVRA	Empresa de Mineração Ouro Novo Ltda.	362 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 02/10/2006	GRANITO	MG
832175/2000	58,44	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Empresa de Mineração Ouro Novo Ltda.	251 – AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 02/03/2009	MINÉRIO DE MANGANÊS	MG
806879/1973	151,75	CONCESSÃO DE LAVRA	EMPRESA DE MINERAÇÃO POUSO FRIO LTDA.	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 03/03/1999	QUARTZITO	SP
831710/2000	25,35	CONCESSÃO DE LAVRA	EMPRESA SERRA AZUL LTDA	227 – AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO EM 20/10/2008	AGUA MINERAL	MG
830550/2005	792,11	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ERNESTO AVELINO DE SOUZA ALMEIDA	540 – AUT PESQ/TRANSF DIREITOS –CESSÃO PARCIAL EFETIVADA EM 11/11/2008	ARGILA REFRATARIA	MG
832229/1999	8,22	LICENCIAMENTO	EXTRAÇÃO DE AREIA SUL DE MINAS LTDA.	755 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÇA SOLICITADO EM 24/04/2009	AREIA	MG
831109/1991	49,00	CONCESSÃO DE LAVRA	FONTE AZUL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ALIMENTOS E BEBIDAS LTDA.	436 – CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 14/05/2009	AGUA MINERAL	MG
831204/1999	6,00	LICENCIAMENTO	FREDERICO SANTOS FARIA FLORIANO- FI	736 – LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 14/07/2008	AREIA	MG
831637/1997	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	GEOVANI PEREIRA VILELA-ME	365 – REQ LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZ EM 25/06/2009	AREIA	MG
831639/1997	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	GEOVANI PEREIRA VILELA-ME	331 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL DIREITO REQ LAV APROV EM 06/10/2004	AREIA	MG
830709/1998	1,98	LICENCIAMENTO	GEOVANI PEREIRA VILELA-ME	736 – LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 25/08/2008	AREIA	MG
832299/1999	21,00	LICENCIAMENTO	GERALDA DA COSTA MANSO FREIRE	755 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÇA SOLICITADO EM 12/12/2008	CASCALHO	MG
830323/1987	352,35	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITOS SAPUCAI EMPRESA DE MINERAÇÃO LTDA	361 – REQ LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 24/11/2008	GRANITO	MG
830322/1987	293,35	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITOS SAPUCAI EMPRESA DE MINERAÇÃO LTDA	336 – REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 15/08/2006	GRANITO	MG
835690/1993	50,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Hamilton Barbosa Pinto	283 – AUT PESQ/GUIA DE UTILIZAÇÃO SOLICITADA EM 21/11/2008	QUARTZO FUNDENTE	MG
835690/1993	1,23	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Hamilton Barbosa Pinto	283 – AUT PESQ/GUIA DE UTILIZAÇÃO SOLICITADA EM 21/11/2008	QUARTZO FUNDENTE	MG
835690/1993	342,30	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Hamilton Barbosa Pinto	283 – AUT PESQ/GUIA DE UTILIZAÇÃO SOLICITADA EM 21/11/2008	QUARTZO FUNDENTE	MG
835690/1993	297,21	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Hamilton Barbosa Pinto	283 – AUT PESQ/GUIA DE UTILIZAÇÃO SOLICITADA EM 21/11/2008	QUARTZO FUNDENTE	MG
831152/1999	32,36	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	HERNANI JOSÉ ALVES DA SILVA	237 – AUT PESQ/INSTAURA PROC ADM CAD/NULID ALVARA PUBL EM 24/11/2008	OURO	MG
831152/1999	422,91	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	HERNANI JOSÉ ALVES DA SILVA	237 – AUT PESQ/INSTAURA PROC ADM CAD/NULID ALVARA PUBL EM 24/11/2008	OURO	MG
832304/1988	1000,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	ILAN AKHERMAN	336 – REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 27/09/2004	MIGMATITO	MG
830241/1999	12,43	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	INDÚSTRIA E COMÉRCIO SÃO PEDRO LTDA	282 – AUT PESQ/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL EFETIVADA EM 26/09/2002	AREIA	MG
830946/1991	50,00	LICENCIAMENTO	IRMÃOS CADORINI LTDA	694 – PAGAMENTO VISTORIA FISCALIZAÇÃO EFETUADO EM 29/06/2009	AREIA	MG
7695/1959	48,73	CONCESSÃO DE LAVRA	ITASIL EXTRAÇÃO DE MINERIOS LTDA	662 – NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 02/05/2008	QUARTZITO	MG
815072/1970	133,61	CONCESSÃO DE LAVRA	ITASIL EXTRAÇÃO DE MINERIOS LTDA	662 – NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 02/05/2008	QUARTZITO	MG
831739/1986	550,18	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	IVAN SOUTO BISTENE	236 – AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 30/06/2008	GRANITO	MG

PROCESSO	AREA_HA	FASE	NOME	ULT_EVENTO	SUBS	UF
820699/2001	62,85	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	JOÃO ADRIANO DE ALBUQUERQUE	838 – AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-RELATÉRIO PESQ EM 13/06/2007	GRANITO ORNAMENTAL	MG
831831/1998	13,77	LICENCIAMENTO	JOÃO CARLOS CLEMANTE-FI	760 – LICEN/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 18/04/2007	AREIA	MG
832013/1997	506,25	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	José Júlio da Silveira	255 – AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 04/06/2009	MINÉRIO DE OURO	MG
832160/1997	536,10	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	José Júlio da Silveira	249 – AUT PESQ/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL PROTOCOLIZADA EM 23/01/2009	MINÉRIO DE OURO	MG
836475/1993	48,68	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	José Júlio da Silveira	236 – AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 22/05/2009	AREIA INDUSTRIAL	MG
835346/1993	49,97	REQUERIMENTO DE LAVRA	José Júlio da Silveira	362 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 20/05/2004	ARGILA	MG
830652/1999	730,82	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	José Júlio da Silveira	794 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 15/08/2003	MINÉRIO DE ALUMÍNIO	MG
833516/2007	252,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	José Júlio da Silveira	281 – AUT PESQ/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL APROVADA EM 10/06/2009	MINÉRIO DE MANGANÉS	MG
830070/1993	39,22	CONCESSÃO DE LAVRA	JOSÉ MARIA LOPES SILVEIRA – FIRMA INDIVIDUAL	862 – NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 02/05/2008	GRANITO	MG
832186/1997	46,59	LICENCIAMENTO	Kleber Pereira Marcondes	1401 – LICEN/LICENÇA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 26/06/2009	AREIA	MG
831448/1998	49,80	LICENCIAMENTO	LEONE MACHADO HOMEM – ME	755 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÇA SOLICITADO EM 10/03/2009	AREIA	MG
831191/1998	4,32	LICENCIAMENTO	LEONE MACHADO HOMEM – ME	742 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÇA AUTORIZADA EM 09/06/2009	AREIA	MG
830849/1992	36,13	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	LUIZ FERNANDO NOGUEIRA FRANCO	588 – AUT PESQ/PAGAMENTO PARCELA DÉB TAH EFETUADO EM 09/08/2004	MINÉRIO DE OURO	MG
830113/1979	45,60	CONCESSÃO DE LAVRA	M.H. MINERAÇÃO	411 – CONC LAV/SUSPENSAO TRABALHOS LAVRA PROTOCOLIZADO EM 05/12/2006	QUARTZITO	MG
830832/1982	343,07	CONCESSÃO DE LAVRA	M.H. MINERAÇÃO	411 – CONC LAV/SUSPENSAO TRABALHOS LAVRA PROTOCOLIZADO EM 05/12/2006	QUARTZITO	MG
801444/1977	39,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	M.V.V. MINERAÇÃO COMÉRCIO E INDÉSTRIA LTDA.	227 – AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO EM 29/09/2008	AREIA	MG
832210/2001	48,75	LICENCIAMENTO	M.V.V. MINERAÇÃO COMÉRCIO E INDÉSTRIA LTDA.	736 – LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 04/09/2008	AREIA	MG
831251/1986	556,75	REQUERIMENTO DE LAVRA	MARCOLINO RODRIGUES DA PAZ	351 – REQ LAV/DESISTENCIA REQ LAVRA PROTOCOLIZ EM 08/07/2008	MIGMATITO	MG
830864/1998	39,06	CONCESSÃO DE LAVRA	MARIA EDMEÉ PADILHA MAGALHÃES – FIRMA INDIVIDUAL	440 – CONC LAV/ROTULO AGUA MINERAL APROVADO PUB EM 23/03/2009	AGUA MINERAL	MG
830419/1988	990,31	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MARIA LUIZA VALLE JORGE	318 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ NÃO APV ART 30 II CM PUB EM 29/04/2009	GRANITO	MG
831777/2001	4,22	LICENCIAMENTO	MARIO ROSSI & CIA LTDA.	690 – PAGAMENTO EMOLUMENTOS CESSÃO TOTAL DIREITOS EM 08/05/2007	AREIA	MG
831284/1994	50,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MARMINDÚSTRIA LTDA.	2 – DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 06/02/2006	GRANITO	MG
830257/2001	47,91	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MG SUL MINERAÇÃO E ACESSORIA LTDA	236 – AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 18/06/2007	AREIA	MG
831799/2001	48,50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MG SUL MINERAÇÃO E ACESSORIA LTDA	236 – AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 20/07/2007	GRANITO	MG
830753/2000	49,91	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINERAÇÃO ARCO IRIS LTDA	251 – AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 05/05/2009	AREIA	MG
830258/2001	39,76	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO ARCO IRIS LTDA	283 – AUT PESQ/GUIA DE UTILIZAÇÃO SOLICITADA EM 13/05/2009	AREIA	MG
833659/1995	46,14	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINERAÇÃO ARTUD LTDA – ME	361 – REQ LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 02/01/2009	AREIA	MG
833434/1993	1000,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINERAÇÃO ARTUD LTDA – ME	1044 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL REQ LAV EFETIVADA EM 05/05/2009	AREIA	MG
835136/1994	852,38	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	795 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ NEGATIVO APRESENTADO EM 19/06/2009	ARGILA REFRATARIA	MG
833609/1994	681,25	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	317 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ APROV ART 30 I CM PUBL EM 06/04/2009	ARGILA REFRATARIA	MG
833613/1994	628,60	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	794 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 06/10/2005	ARGILA REFRATARIA	MG

PROCESSO	AREA_HA	FASE	NOME	ULT_EVENTO	SUBS	UF
830210/1993	684,73	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	361 – REQ LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 17/12/2007	ARGILITO	MG
830209/1993	923,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	1054 – REQ LAV/EXIGÊNCIA LICENÇA AMBIENTAL PUB EM 04/11/2008	ARGILITO	MG
831556/2005	814,48	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	237 – AUT PESQ/INSTAURA PROC ADM CAD/NULID ALVARA PUBL EM 03/03/2009	ARGILA	MG
830460/1978	497,50	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINERAÇÃO BRAZOLIN LTDA	362 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 05/12/2008	GNAISSE	MG
832221/1987	1000,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO CALDENSE LTDA.	794 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 29/03/1999	MIGMATITO	MG
830575/2000	49,04	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINERAÇÃO CATIGUA LTDA.	361 – REQ LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 11/09/2007	GNAISSE	MG
833721/1996	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	Mineração Corcovado de Minas Ltda.	364 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA APROVADO EM 12/09/2008	GRANITO	MG
833723/1996	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	Mineração Corcovado de Minas Ltda.	364 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA APROVADO EM 12/09/2008	GRANITO	MG
816201/1968	999,90	CONCESSÃO DE LAVRA	Mineração Curimbaba Ltda	436 – CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 29/05/2008	BAUXITA	MG
832220/1987	87,50	REQUERIMENTO DE LAVRA	Mineração Curimbaba Ltda	362 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 06/06/2007	GRANITO	MG
832215/1987	227,50	REQUERIMENTO DE LAVRA	Mineração Curimbaba Ltda	362 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 26/04/2006	GRANITO	MG
830337/1987	36,26	CONCESSÃO DE LAVRA	MINERAÇÃO FONSECA IND. E COM. LTDA	440 – CONC LAV/ROTULO AGUA MINERAL APROVADO PUB EM 10/06/2009	AGUA MINERAL	MG
830729/1999	25,14	LICENCIAMENTO	MINERAÇÃO IRMÃOS DURO NA QUEDA LTDA	755 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÇA SOLICITADO EM 21/01/2009	AREIA	MG
830576/1996	10,00	LICENCIAMENTO	MINERAÇÃO IRMÃOS SCODELER LTDA	742 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÇA AUTORIZADA EM 26/05/2009	AREIA	MG
832435/1983	16,06	LICENCIAMENTO	Mineração Jatobá Ltda	736 – LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 15/04/2009	AREIA	MG
806629/1970	51,49	CONCESSÃO DE LAVRA	Mineração Jundu Ltda.	436 – CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 24/04/2009	AREIA QUARTZOSA	MG
830466/1978	63,10	REQUERIMENTO DE LAVRA	Mineração Jundu Ltda.	351 – REQ LAV/DESISTENCIA REQ LAVRA PROTOCOLIZ EM 18/10/2007	QUARTZITO	MG
810326/1973	257,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Mineração Jundu Ltda.	436 – CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 24/04/2009	AREIA DE FUNDIÇÃO	MG
830474/2001	49,41	LICENCIAMENTO	MINERAÇÃO MANTIQUEIRA LTDA.	742 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÇA AUTORIZADA EM 21/09/2007	GRANITO	MG
830042/1978	56,58	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINERAÇÃO MARMELOPOLIS LTDA	1044 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL REQ LAV EFETIVADA EM 05/05/2009	QUARTZITO	MG
831725/2000	10,01	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Mineração Ourense Ltda	317 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ APROV ART 30 I CM PUBL EM 06/04/2009	ARGILA REFRATARIA	MG
831233/1998	642,26	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO SANTA CAROLINA LTDA	236 – AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 01/07/2003	MINÉRIO DE ALUMÍNIO	MG
830105/2004	198,36	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO SANTA CAROLINA LTDA	224 – AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA PUBLICADA EM 23/06/2009	GRANITO	MG
831393/1987	937,04	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERGRAN MINERAÇÃO DE GRANITOS E MARMORES LTDA	637 – ARQUIVAMENTO AUTO INFRAÇÃO-TAH EM 05/04/2004	DIORITO	MG
831657/1999	7,72	LICENCIAMENTO	MONICA AMELIA NEVES	760 – LICEN/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 03/04/2006	AREIA	MG
830905/1997	18,34	REQUERIMENTO DE LAVRA	MOURA & ROSA GRANITOS LTDA.	583 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO PARCIAL REQ LAV EFETIVADA EM 17/09/2008	GRANITO	MG
831480/1997	7,50	LICENCIAMENTO	PAULO CEZAR BORGES RIBEIRO-FIRMA MERCANTIL INDIVIDUAL	718 – LICEN/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 20/06/2008	AREIA	MG
830442/1998	1,67	LICENCIAMENTO	Paulo Roberto Coutinho Tavares	742 – LICEN/RENOVAÇÃO REGISTRO LICENÇA AUTORIZADA EM 14/04/2009	AREIA	MG
830421/1981	6,91	LICENCIAMENTO	PEDREIRA ITALEGRE LTDA	718 – LICEN/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 10/02/2004	GRANITO	MG
832397/2000	1902,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	REYNALDO GUAZZELLI FILHO	264 – AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 31/07/2003	MINÉRIO DE ALUMÍNIO	MG
830694/1989	468,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Roca Brasil Ltda	236 – AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 02/04/2009	ARGILA	MG

PROCESSO	AREA_HA	FASE	NOME	ULT_EVENTO	SUBS	UF
830669/1999	670,39	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ROVILSON DONIZETE DE ALMEIDA	250 – AUT PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 09/06/2009	MINÉRIO DE OURO	MG
820954/2001	1991,25	REQUERIMENTO DE LAVRA	RUDOLF MINING DESENVOLVIMENTO MINERAL LTDA	4 – CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLIZADA EM 15/03/2007	MAGNETITA	SP
830301/1983	853,43	CONCESSÃO DE LAVRA	S.A. MINERAÇÃO DA TRINDADE-SAMITRI	2 – DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 23/03/2007	ESTANHO	MG
830731/1983	962,94	CONCESSÃO DE LAVRA	S.A. MINERAÇÃO DA TRINDADE-SAMITRI	2 – DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 23/03/2007	CIANITA	MG
830736/1983	910,48	CONCESSÃO DE LAVRA	S.A. MINERAÇÃO DA TRINDADE-SAMITRI	436 – CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 17/02/2009	GRANADA	MG
830737/1983	890,00	CONCESSÃO DE LAVRA	S.A. MINERAÇÃO DA TRINDADE-SAMITRI	2 – DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 29/03/2007	OURO	MG
830730/1983	959,33	CONCESSÃO DE LAVRA	S.A. MINERAÇÃO DA TRINDADE-SAMITRI	2 – DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 23/03/2007	MINÉRIO DE TITÂNIO	MG
830734/1983	995,00	CONCESSÃO DE LAVRA	S.A. MINERAÇÃO DA TRINDADE-SAMITRI	628 – CONC LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO PARCIAL EFETIVADA EM 28/11/2008	MINÉRIO DE TITÂNIO	MG
830732/1983	895,84	CONCESSÃO DE LAVRA	S.A. MINERAÇÃO DA TRINDADE-SAMITRI	2 – DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 23/03/2007	CIANITA	MG
831449/1998	49,54	LICENCIAMENTO	SIDNEY DOMINICE PADILHA – FI	2 – DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 29/11/2007	AREIA	MG
831080/1999	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	SKAF MINERAÇÃO LTDA.	332 – REQ LAV/TRANSF DIREITOS –CESSÃO TOTAL DIREITO REQ LAV EFETIV EM 12/09/2008	TUFO	MG
807536/1976	381,25	CONCESSÃO DE LAVRA	SOMBRAS SOCIEDADE DE MINERAÇÃO BRASILEIA LTDA.	459 – CONC LAV/AUTO DE INFRAÇÃO PUBLICADO EM 14/08/2007	GRANITO	MG
831560/1984	975,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	SOMBRAS SOCIEDADE DE MINERAÇÃO BRASILEIA LTDA.	336 – REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 15/12/2005	MIGMATITO	MG
831738/1986	207,57	REQUERIMENTO DE LAVRA	ST – Souto & Toledo Mineração Limitada	361 – REQ LAV/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 23/06/2009	GRANITO	MG
831094/1984	605,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	STEFANO CARMINE VITIELLO	362 – REQ LAV/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO EM 28/10/2003	GRANITO	MG
830859/1992	50,00	CONCESSÃO DE LAVRA	SUL MINEIRA EMPRESA DE MINERAÇÃO LTDA	474 – CONC LAV/DEFESA PROTOCOLIZADA EM 21/01/2009	AGUA MINERAL	MG
831126/2003	2,21		Tais Pereira Marcondes	676 – LICENÇA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 20/05/2008	AREIA	MG
832000/2001	813,44	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	TOGNI MINERAÇÃO LTDA	318 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ NÃO APV ART 30 II CM PUB EM 14/04/2009	GRANITO	MG
830300/1983	926,89	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	CASSITERITA	MG
830298/1983	984,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	CASSITERITA	MG
830729/1983	830,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	OURO	MG
830735/1983	962,52	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 29/03/2007	GRANADA	MG
830724/1983	975,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	436 – CONC LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 07/05/2009	ILMENITA	MG
830725/1983	949,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	ILMENITA	MG
830727/1983	758,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	ILMENITA	MG
830733/1983	985,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	GRANADA	MG
830299/1983	944,30	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	CASSITERITA	MG
830723/1983	955,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	516 – CONC LAV/DENÉNCIA INVASÃO DE AREA EM 09/06/2009	ILMENITA	MG
830726/1983	828,00	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	ILMENITA	MG
830728/1983	212,87	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	418 – CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 23/03/2007	OURO	MG
831774/1984	546,88	CONCESSÃO DE LAVRA	Vale S A	2 – DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 29/03/2007	TITÂNIO	MG



PROCESSO	AREA_HA	FASE	NOME	ULT_EVENTO	SUBS	UF
831930/1984	1000,00	REQUERIMENTO DE LAVRA	VARGINHA MINERAÇÃO E LOTEAMENTOS LTDA.	1398 – REQ LAV/LICENÃA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 09/06/2009	MANGANÊS	MG
833985/1995	373,39	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	VIBRO TECH DESMONTE E ENGENHARIA LTDA.	794 – AUT PESQ/RELATORIO PESQ POSITIVO APRESENTADO EM 05/06/2009	MINÉRIO DE ESTANHO	MG

2.2 Geomorfologia

Dentre as Geociências, a Geomorfologia contribui de forma significativa para o desenvolvimento de estudos ambientais. Além das preocupações de ordem topográfica e morfológica, busca a obtenção de informações sistemáticas sobre a estrutura superficial das paisagens referentes aos compartimentos e formas de relevo.

Paralelamente à construção do arcabouço geomorfológico, todas as outras características ambientais da biosfera são definidas, configurando claramente um sistema de ações e retroações já de domínio público. A consideração dessas interações auxilia a realização dos estudos de geologia, pedologia e geotecnia, dentre outros.

Para o presente estudo, foram adotados como metodologia básica a análise de cartas topográficas (1:50.000) de municípios do alto, médio e baixo curso da bacia para analisar os padrões de drenagem dos rios e sua relação com o quadro litológico e estrutural da bacia. A compartimentação do relevo também foi observada e alguns pontos que se destacaram na paisagem foram registrados fotograficamente e posteriormente analisados.

2.2.1 Caracterização Geral da Área de Estudo

A região da Bacia do Sapucaí está no domínio tectônico do Escudo Brasileiro, com predomínio de rochas do embasamento cristalino. Em termos morfológicos, a região se inclui no domínio dos Planaltos do Sul de Minas (IBGE,1977), cujas elevações estão distribuídas em planaltos escalonados, a partir da Serra da Mantiqueira, basculados para NW em função dos pulsos tectônicos de soerguimento da mesma. (SAADI, 1991).

O relevo suavizado da região ocorre condicionado à existência de blocos com dinâmica tectônica mais estável. Contudo, se torna moderado a fortemente dissecado nos blocos com soerguimento acelerado no cenozóico, destacando-se a Serra da Mantiqueira, os blocos tectônicos de Maria da Fé e da Bacia do Rio Turvo. (Magalhães & Ferreira, 1998)

Resultante de um passado marcado pelo Ciclo Brasileiro e pelo ciclo Sul Atlântico, a região sul de Minas Gerais tem como traço característico a reconhecida instabilidade estrutural regional. Ao norte, é limitada pelo Cráton do São Francisco e a leste pela Serra da Mantiqueira.

O Projeto Sapucaí (DNPM/CPRM, 1979) apresenta uma classificação segundo Províncias Geomorfológicas. Para tanto, foi utilizado como critério a separação dessas províncias segundo a constituição geológica, a estrutura e a feição geomorfológica das mesmas. O sul de Minas foi, então, subdividido em três unidades, a saber: Depressão do Rio Grande, Planaltos Dissecados do Sul de Minas e Serra da Mantiqueira. A área de estudo em questão corresponde à Província Geomorfológica da Serra da Mantiqueira.

Para Magalhães & Diniz(1997), as influências dos eventos neotectônicos são sentidas na compartimentação geomorfológica, na qual se destaca a Serra da Mantiqueira como unidade cimeira. Esta unidade apresenta as maiores altitudes encontradas no estado, alcançando média que gira em torno de 1.200 a 1.800 metros.

O relevo apresenta, em sua maioria, formas de topo arredondado, com vertentes côncavo-convexas e planícies aluvionares abertas, que constituem uma superfície cuja altitude predominante se encontra entre 1.000 e 1.100 metros. São caracterizados, ainda, ora por escarpas, que muitas vezes envolvem anfiteatros de drenagem, cristas subparalelas, vertentes retilíneas, vales encaixados e orientados por fraturas, ora por altas colinas, de topos arredondados, vertentes côncavo-convexas e drenagem dendrítica.

2.2.2 Unidades Geomorfológicas

Dentre as unidades observadas, algumas merecem destaque. São elas :

2.2.2.1 Colinas e topos alongados e aplainados

Popularmente conhecidas como “mares de morro” ou ainda por “meia laranja”, as colinas de topos alongados e aplainados (Foto 1) apresentam arredondamento relativamente uniforme, bem como nivelamento altimétrico.



Foto 1 – Mares de morro de Maria da Fé /MG

Originadas pelo intemperismo esferoidal, é registrada a presença de gnaisses, já que essa morfologia é característica do domínio geológico de rochas cristalinas. Essas unidades são consideradas área de recarga de aquíferos, devido às altas taxas de infiltração, favorecida pela declividade das vertentes. Por isso, a legislação florestal apregoa a preservação de mata nativa. Contudo, não é raro encontrar na região, áreas com essas características que estejam intensamente cultivadas ou mesmo desmatadas.

2.2.2.2 Planícies Fluviais

Também conhecidas como planícies de inundação, são áreas de topografia predominantemente plana e de natureza sedimentar (Foto 2), onde prevalece a sedimentação recente. Estando em cotas altimétricas inferiores às áreas adjacentes, recebe os sedimentos originados ou oriundos das mesmas.



Foto 2 – Planície de inundação em Turvolândia

São também denominadas de leito maior dos cursos d'água sendo, portanto, áreas de ocupação pelas águas fluviais no período das cheias. Essas se constituem, devido à superfície plana, como atenuadoras de energia, reduzindo a competência do transporte de sedimentos de maior granulometria, como areias e silte provenientes de processos erosivos nas vertentes.

Em trechos onde o escoamento é mais lento e sinuoso, ganha destaque a formação de meandros abandonados inseridos no leito maior dos cursos d'água, que podem se transformar em lagoas marginais de fundamental importância ecológica, sobretudo para a ictiofauna, sejam elas perenes ou temporárias.

Justamente por receberem grande quantidade de sedimento e também pela umidade, além da proximidade de cursos d'água perenes, essas áreas aplainadas que deveriam ser preservadas para a manutenção da qualidade do rio são, pelo contrário, intensamente exploradas.

Em toda a extensão do Rio Sapucaí, não é raro encontrar longos trechos da planície fluvial intensamente cultivados ou mesmo pisoteados e, conseqüentemente, compactados pela criação extensiva de gado. Além disso, o uso de defensivos agrícolas nas culturas oferece grande risco de contaminação não apenas aos cursos d'água superficiais, mas também das águas subterrâneas.

2.2.2.3 Afloramentos Rochosos

Apesar das rochas cristalinas serem coerentes, duras, impermeáveis e não plásticas, possuem planos de descontinuos e são heterogêneas, formadas por cristais de diferentes resistências aos agentes do intemperismo.

Nos relevos em regiões graníticas predomina a erosão linear sobre a erosão das vertentes. Ocorre, aqui, a presença de matacões, areias e seixos. O relevo mais comum é o “mar de morros” ou “meias laranjas” e os “pães-de-açúcar” em climas úmidos.

Denominadas Domos (Foto 3), essas rochas cristalinas se distribuem em colinas sob a forma de escudo, estruturadas por gnaisses e granitos. Em geral, essas unidades são exploradas com pedreiras para britas e material para pavimentação de vias urbanas, sendo denominadas “áreas de empréstimo”.



Foto 3 – Afloramento rochoso próximo a Turvolândia

2.2.3 Considerações Finais

O relevo da área de estudo, ora movimentado ora relativamente plano, é produto da ação de fatores endógenos e exógenos como, por exemplo, a ação do clima como agente do intemperismo da rocha e do próprio solo que, em conjunto com a cobertura vegetal, comporta um saldo de interferências compreendido apenas por meio de estudos sobre a

forma, gênese e evolução das formas de relevo influenciada pelos diferentes domínios climáticos.

Essa heterogeneidade de ecossistemas inseridos em determinadas regiões da Bacia do Sapucaí possibilita a busca por alternativas econômicas diversificadas e, em certa medida, sustentáveis. Tal característica é bastante importante, sobretudo numa área onde problemas como as inundações são freqüentes, a ponto de cidades inteiras serem inundadas.

Eventos como os descritos ocorrem porque, como podemos observar em campo, o uso e ocupação desordenados das planícies fluviais dos rios da bacia em estudo vem sendo explorados ao longo de anos. Junte-se a isso, além do uso agropecuário das várzeas, o crescimento das cidade, que aumenta a taxa de impermeabilização do solo e contribui para diminuir a infiltração das águas pluviais o que, em períodos de chuvas intensas, aumenta o risco de enchentes. (Foto 4).



Foto 4 – Aspecto das residências alagadas pelas águas do Rio Sapucaí, a margem da BR 290, na saída de Pouso Alegre para Ouro Fino

É preciso lembrar, ainda, que longos trechos de várzeas que acompanham os rios da bacia e também os vales entulhados são propensos a alagamentos devido à baixa altitude e à pouca permeabilidade do solo. Mesmo assim, esses trechos de terra são ocupados e habitados por moradores que, mais tarde, serão atormentados pelos eventos de cheia.

Com relação aos problemas ambientais, ganha destaque, dentre outros, a contaminação dos cursos de água por efluentes industriais e defensivos agrícolas. Ambos também podem alcançar as águas subterrâneas. Há também a promoção de queimadas e o desmatamento, que põe em risco as matas ciliares.

Nesse sentido, o emprego do conceito de bacia hidrográfica como unidade integradora desses setores (naturais e sociais) deve ser administrado com a seguinte função: minimizar ao máximo os impactos ambientais decorrentes da ação humana. O crescimento e planejamento das cidades deve considerar, portanto, as características fisiográficas da região, possibilitando que a relação homem-ambiente aconteça de forma menos impactante.

2.3 Pedologia

Os solos – corpos ou indivíduos tridimensionais com características próprias, formados por meio da alteração da matéria de origem causada por organismos e pelo clima em determinado espaço de tempo, constituem o elemento principal de análise e classificação dos estudos pedológicos. Guardam estreita relação com o clima, a litologia e a morfologia do relevo onde está constituído.

O solo é um recurso natural importante no desenvolvimento das atividades humanas e como tal, deve ser utilizado de forma consciente, a fim de evitar sua degradação e minimizar os possíveis impactos causados ao ambiente no desenvolvimento das atividades, já que é considerado como:

“[...] 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 planeta. [...] Ocasionalmente podem ter sido modificados por atividades humanas”. (EMBRAPA, 2001, p.5).

No Vocabulário de ciência do solo, coordenado por Curi et al. (1993), o solo possui duas definições:

“Solo. (1) Material mineral/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres. (2) Matéria mineral não consolidada, na superfície da terra, que foi sujeita e influenciada por fatores genéticos e ambientais do material de origem, clima (incluindo efeitos de umidade e temperatura), macro e microorganismos, e topografia, todos atuando durante

um período e produzindo um produto solo, o qual difere do material do qual ele é derivado em muitas propriedades e características físicas, químicas, mineralógicas, biológicas e morfológicas” (Curi et al., 1993, p. 74)

As definições do solo apresentam aspectos comuns quanto à sua formação e sua função, podendo ser considerado como um recurso renovável, desde que seja utilizado e conservado de maneira adequada e apropriada após avaliação de suas características.

O solo apresenta, ainda, grande importância sócio-econômica, posto que é onde são produzidos os alimentos para o abastecimento humano. Seu mau uso pode acarretar graves problemas, que da perda de solo até mesmo o processo de “desertificação”.

No Brasil, de maneira geral, as áreas de vegetação natural vêm sendo substituídas por diferentes sistemas de uso, tais como culturas agrícolas, pastagens e reflorestamentos. É comprovado que as técnicas agrícolas convencionais com o uso de grades aradoras, acabam promovendo profundas alterações nas características do solo e essa mudança na sua utilização desequilibra o sistema, uma vez que a técnica de manejo empregada influencia os processos físicos, químicos e biológicos do solo, modificando suas características a ponto de, muitas vezes, levar à sua degradação, inviabilizando a utilização ou o aproveitamento agrícola.

A retirada da cobertura vegetal natural e a utilização do solo alteram suas características e, muitas vezes, podem degradá-lo. Assim, a manutenção da qualidade do solo passa a ser preocupação constante. Contudo, essa manutenção só é possível quando existe a compreensão de como o uso antrópico altera efetivamente o solo.

No uso intensivo do solo, geralmente ocorre a deterioração das suas propriedades físicas, há modificações na densidade, permeabilidade, estrutura, porosidade e estágio de agregação. Ocorrem, ainda, mudanças nas propriedades químicas como o pH e a matéria orgânica, que podem variar consideravelmente dependendo da textura e da frequência do cultivo do solo.

Dentre os tópicos associados à consciência ambiental, o solo passou a ser considerado e analisado como um recurso natural de essencial importância para a manutenção da vida e do meio ambiente.

A melhor escolha do uso da terra não é somente influenciada pelo tipo de solo e suas características, mas também pelo ambiente físico. Para determinar o uso do solo, é necessário considerar as características físicas do ambiente tais como relevo, vegetação, tipos e grau de susceptibilidade à erosão, disponibilidade de água e impedimentos à motomecanização, no intuito de possibilitar um planejamento agrícola-ambiental que respeite a capacidade e as limitações da área em questão (LEPSCH, 1991). Sendo assim, uma avaliação ambiental pode agregar alguns levantamentos temáticos e, assim, contribuir no uso e gestão racional dos recursos naturais.

Lepsch (1991, p.26) afirma que “é necessário que se definam previamente os requisitos e ou condições ambientais ideais” para o desenvolvimento das atividades agrícolas. O Quadro 2 apresenta as condições ambientais esperadas para se obter um “solo ideal” para a maioria das culturas (França, 1980, apud LEPSCH, 1991).

Quadro 2 – Condições ambientais ideais para a maioria das culturas

Aspectos do solo	Condições ambientais
Profundidade efetiva	Deve ser suficiente para a expansão do sistema radicular das plantas, atingindo normalmente mais de 150 cm.
Fertilidade relativamente alta	Para que se possam atingir boas produções, ou com características que facilitem as devidas correções de eventuais deficiências de nutrientes.
Boa capacidade de armazenamento de água	Disponível para planta, sem ocasionar problemas de falta ou excesso.
Baixa erodibilidade	As condições locais como declividade, características morfológicas e suas propriedades físicas, permitam um controle efetivo da erosão.
Relevo favorável	Ausência de impedimentos a motomecanização
Condições térmicas e hídricas adequadas	Ambiente que possa proporcionar o crescimento e desenvolvimento das culturas, sem problemas de solução impraticável devidos à proliferação de ervas daninhas, pragas e doenças de plantas, prejudiciais a lavoura.

FONTE: Adaptado de LEPSCH, 1991.

O desenvolvimento de uma atividade agrícola deve buscar conciliar o aspecto do solo com as condições ambientais, para promover a viabilidade da produção agrícola. No entanto, as características apresentadas no Quadro 2 nem sempre são encontradas no ambiente, mostrando a necessidade de um planejamento agrícola-ambiental no intuito de reduzir o impacto e degradação de ambientes.

Em todo mundo, a degradação do componente solo tem sido associada com a intensificação da agricultura. Segundo Lal (1999), a degradação do solo é considerada um grave problema nas regiões tropicais, uma vez que a atividade agropecuária tem um papel de destaque na base econômica dos países tropicais e geralmente é praticada sem o controle ambiental devido. A degradação do solo interfere na qualidade da água, no equilíbrio da biodiversidade e está interligado a aspectos sócio-espaciais da sociedade, conforme ilustra a Figura 6.

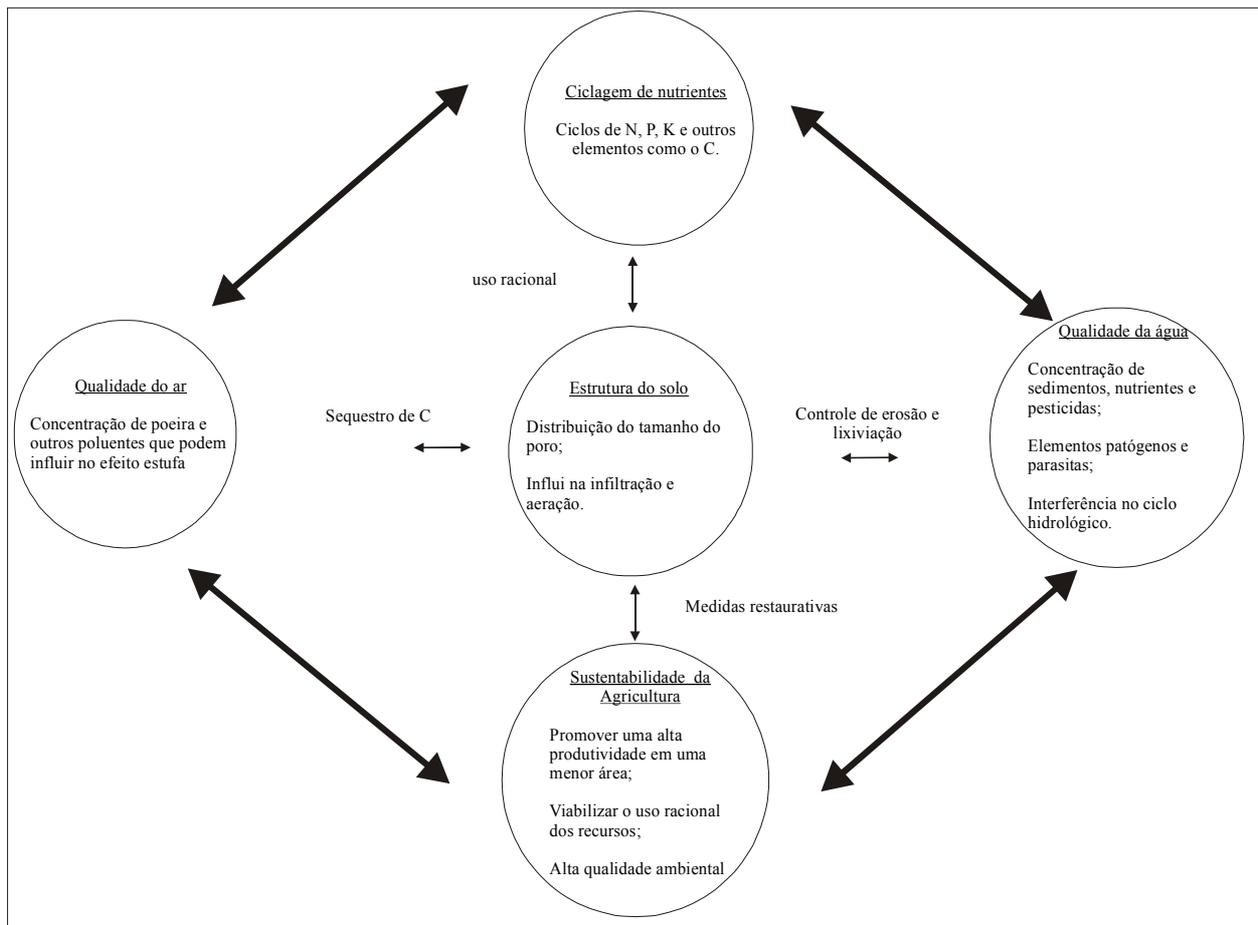


Figura 6 – A interferência do solo no equilíbrio da biodiversidade.

FONTE: Tradução LAL, 1999, p.38.

A agricultura brasileira não têm conseguido alcançar níveis satisfatórios de produtividade em função dos aumentos no “custo de produção” que não são compensados no “aumento da produção” por área, o que compromete a rentabilidade do agricultor e a manutenção do sistema agrícola-ambiental (GRAZIANO NETO, 1985). A avaliação dos impactos ambientais ainda não é uma atividade incorporada e consolidada no desenvolvimento das atividades do setor agrário (TOMÉ, 2004). No quadro sócio econômico vigente, o desafio é associar a satisfação dos interesses financeiros com a possibilidade de preservação do ambiente.

2.3.1 Tipos de solos da Bacia do Sapucaí

Várias classes de solos ocorrem na área de estudo, sendo observada uma correspondência direta de sua ocorrência com a topografia local. Antes de evidenciar essa correspondência com a topografia, alguns dos tipos mais comuns de solo da bacia serão enumerados e caracterizados, embora, em campo, nas regiões visitadas os latossolos foram mais recorrentes.

2.3.1.1 Latossolos

São solos que apresentam significativa concentração de Fe e Al devido à perda de outros nutrientes. Nos latossolos (Foto 5), é rara a visualização do horizonte C. São solos evoluídos, profundos e de alta aptidão agrícola por serem homogêneos, estarem próximos à rios perenes – alta capacidade de retenção de água - , porosidade alta e drenagem livre.

O relevo onde ocorrem é mais suave, o que facilita a mecanização. Sua falta de fertilidade é compensada por adubação, que deve ser criteriosa para que a alta porosidade do solo não comprometa o processo. Latossolos estão mais ligados aos processos e ao meio natural no qual se formaram do que ao material de origem.



Foto 5 – Latossolo vermelho-amarelo exposto, preparado para o cultivo

Nesses solos, as argilas são predominantemente do tipo caulinita, com partículas revestidas por óxidos de ferro, responsáveis pelas típicas cores avermelhadas. As altas temperaturas juntamente com chuvas abundantes atuaram de forma a promover intemperização intensa dos mais variados tipos de rochas. O relevo possui superfícies de relativa estabilidade, cuja posição dificulta a erosão e permite e intensa ação do clima por longos períodos de tempo.

Na classificação brasileira, são subdivididos em 4 subordens, sendo que duas delas predominam na referida área de estudo: Latossolo vermelho-escuro (Foto 6), conhecido como “terra roxa”, e latossolo vermelho-amarelo.



Foto 6 – Aspecto de um corte de estrada em latossolo vermelho-escuro em Elói Mendes.

Destaque para a profundidade do solo

O latossolo vermelho-escuro se desenvolve pelo intemperismo de rochas básicas (basalto e diabásio) e são ricos em nutrientes configurando, portanto, uma exceção ao baixo índice de fertilidade do grupo dos latos solos. Sua área de ocorrência é extremamente cultivada e não raro, o solo é levado à exaustão. Um dos cultivos mais comuns nesse solo, e isso inclui a Bacia do Sapucaí, é o café, como pode ser observado em campo.

A retirada da cobertura florestal e o uso inadequado do solo são os primeiros passos para o início do processo de degradação do solo. Ao retirar a cobertura vegetal que protege a superfície, o solo fica susceptível, por exemplo, ao início de um processo erosivo. No caso das atividades agrícolas, esse solo ainda sofre com as técnicas de manejo empregadas e

com a compactação do terreno – provocada tanto pelo uso de máquinas nas áreas de cultivo quanto pelo pisoteio provocado pelo pastoreio do gado (SILVA, 1995).

Na bacia do Sapucaí, a ocorrência desse tipo de solo está distribuída por toda a área mas se concentra, nas porções norte e central. Ao sul e sudeste, predominam latos solos vermelho amarelos.

2.3.1.2 Podzólicos

Também conhecidos como Espodossolos, possuem húmus ácido e translocação intensa de compostos de ferro, de alumínio e matéria orgânica que se acumula no horizonte B.

Em solos muito arenosos a pouca argila existente não é capaz de suprir a necessidade de cargas negativas, e parte do húmus do horizonte A é transportado para B. Solos podzólicos são caracterizados, portanto, pelo transporte de húmus do horizonte A para o B e pela formação do horizonte intermediário E álbico.

Possuem distribuição geográfica pequena, pouca capacidade de retenção de água, são extremamente ácidos e sem aptidão agrícola, além de estarem próximos a afloramentos rochosos.

2.3.1.3 Cambissolos

São solos em início do processo de formação, ditos “embriônicos”, com o desenvolvimento de feições muito fraco a moderado, quando comparados a solos bem desenvolvidos cujas características são mais semelhantes.

Segundo OLIVEIRA (1998), esses solos tendem a ocupar áreas mais acidentadas no relevo, apresentando perfis com duas seções distintas. O relevo de 8% a 20% indica um relevo ondulado, o que é associado a presença de Cambissolos e o uso intenso do solo pode acarretar problemas sérios de degradação do mesmo, com aumento das taxas de erosão e comprometimento da qualidade ambiental. Os Cambissolos são caracterizados por serem relativamente profundos, que possuem um horizonte B incipiente imediatamente abaixo do horizonte A (Embrapa, 2001).

Na bacia do Sapucaí, a ocorrência desse solo é muito pequena, restrita à porção do extremo SW da bacia.

2.3.1.4 Solos Aluviais

Conhecidos também como Neossolos Flúvicos, são pouco desenvolvidos, originados de sedimentos recentemente depositados pelos rios durante enchentes. Apresentam horizonte A diretamente assentado sobre o C, sem indícios de formação de horizonte B, constituindo camadas estratificadas sem relação pedogenética entre as mesmas.

Apesar de serem heterogêneos e difíceis de serem estudados, têm importância econômica relevante, já que estão sempre próximos aos recursos hídricos. Ocorre apenas em uma pequena mancha a SW da Bacia do Sapucaí.

2.3.2 Considerações Finais

Além da litologia, o relevo e o clima são fatores que, quando associados, se tornam extremamente importantes para a constituição dos diversos tipos de solos. Como a água é agente fundamental na formação dos solos, todo e qualquer fator que contribua para a entrada de água no sistema favorece a ação do intemperismo.

Apesar de fundamental no processo de pedogênese, a água também pode contribuir significativamente para a degradação dos solos. O efeito mecânico das gotas de chuva, denominado “efeito splash” em alusão ao som da chuva ao tocar o solo, é um poderoso agente erosivo e tem sua ação potencializada pelo manejo incorreto do solo (Foto 7).

Na Foto 7, verificamos um exemplo de manejo incorreto do solo. Aqui, o responsável pela lavoura desconsiderou a inclinação das vertentes, superior a 45° graus, e retirou a vegetação natural de uma área que deveria ser preservada e a substituiu por plantações de café e banana.



Foto 7 – A direita da foto, plantio de café e banana. Ao fundo e a esquerda, mesmo apresentando elevado grau de inclinação, é possível perceber que o solo já foi ou será cultivado. Em primeiro plano, solo suscetível à erosão.

Na morfodinâmica atual da área de estudo prevalecem erosões laminares e em sulco. A substituição da mata por pastagem é um dos principais agentes que impulsionam esses processos. A cobertura vegetal protege o solo, além de favorecer o escoamento difuso e a infiltração da água pluvial. Na sua ausência, o efeito “splash” é potencializado e o escoamento difuso e a infiltração desfavorecidos.

O conseqüente escoamento superficial provoca o carreamento do horizonte superficial dos solos (erosão laminar) e, ao se concentrar, forma sulcos no solo (erosão em sulco), que tendem a evoluir para processos complexos de movimento de massa. Configurados os processos de voçorocamento, a perda de solo é considerável e todo o sistema é afetado.

O intenso crescimento das cidades e a conseqüente impermeabilização do solo também configuram grave problema, principalmente considerando os elevados índices pluviométricos da bacia no período chuvoso e a infiltração da água no solo cada vez menor.

A pressão urbana também contribui para a poluição das águas, uma vez que nem todos os pequenos municípios possuem rede de esgoto e a construção de fossas de maneira incorreta é recorrente em propriedade rurais modestas. O esgoto urbano é, muitas vezes,

despejado no mesmo rio utilizado para o abastecimento, o que pode causar inúmeros problemas de saúde pública.

A adequação de culturas às características do solo e relevo, bem como o cuidado com o manejo são medidas mitigadoras eficientes para a manutenção da qualidade não apenas do solo, mas também da água.

É necessário, então, estabelecer uma harmonia possível com o meio ambiente, sempre considerando que a agricultura é uma intervenção na dinâmica da natureza. Nesse sentido é preciso trabalhar em prol da sustentabilidade geográfica, no intuito de estabelecer a conservação hídrica e biológica do ecossistema da bacia hidrográfica estudada.

Considerando a manutenção político-econômica e sócio-ambiental da atividade agrícola, é preciso lembrar que a sua sustentabilidade está ligada à produção responsável e consciente dos manejadores desse sistema. Na atualidade, ações e pesquisas não devem somente se restringir à adequação de procedimentos técnicos para a manutenção do recurso natural, mas também se preocupar com a disponibilidade dessas informações para os produtores.

A partir das conclusões desse estudo, as mudanças recomendadas podem ser assim sintetizadas:

- ✓ Prioridade na disseminação das técnicas agrícolas de maior contribuição à recuperação e continuidade do processo produtivo, combinadas a práticas de melhoria imediata da produtividade;
- ✓ Desenvolvimento e adaptação de tecnologias adequadas às condições reais dos pequenos agricultores;
- ✓ Considerar as características físicas do meio, como condições climáticas, grau de acidez, níveis de fertilidade e tipos de solo, dentre outros, tornando o uso do solo mais preciso e sustentável.

Partindo de modificações em atividades simples, é possível acreditar na possibilidade de orientação do desenvolvimento de uma atividade agrícola condicionada à sustentabilidade do ambiente. Nesta perspectiva, é considerado que o solo tenha funções de sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde humana, animal

e vegetal. Tal aspecto enfatiza a importância no desenvolvimento de estudo sobre solos, apoiada no fato de a atividade agrícola ser a base econômica da economia brasileira.

2.4 Aspectos Climáticos

Para compreensão do clima de um determinado local é necessário o estudo dos diversos tipos de tempo recorrentes por vários anos seguidos. O resultado obtido é uma espécie de síntese dos tipos de tempo que ocorrem em um dado local, ou seja, o clima.

Neste sentido, o comportamento do tempo e do clima resultam das interações ocorridas entre os fluxos de energia e matéria e o meio terrestre. As trocas de energia, umidade e massa entre a atmosfera e a superfície geram estados interativos que apresentam duração e tamanho compatíveis com a intensidade e a frequência das referidas trocas. Os resultados dessa dinâmica variam de acordo com os processos estabelecidos distintamente nas escalas, tanto na macro quanto micro esfera.

O meio ambiente configura um conjunto de interações constantes e complexas entre os fatores bióticos e abióticos e, nessas relações, o clima desempenha um papel decisivo. Uma vez que o clima atua como fator dessas interações, são definidas as atividades possíveis de se desenvolver em um dado local, em decorrência da frequência em que ocorrem os fenômenos climáticos e sua influência sobre as atividades humanas. Na tentativa de se direcionar a uma forma mais sustentável de uso dos recursos naturais, a caracterização climática de uma região auxilia no conhecimento das relações entre o homem e o meio ambiente, ao apresentar os diversos fatores do clima.

2.4.1 Sistemas Atmosféricos Atuantes na Bacia do Sapucaí

O Estado de Minas Gerais, para Nimer (1989), é influenciado por fenômenos meteorológicos de características tanto de latitudes médias quanto de latitudes tropicais devido a sua localização geográfica, configurando a região a característica de clima de transição com duas estações bem definidas: uma seca e outra chuvosa.

Os fatores dinâmicos atuantes na região são representados pelos sistemas de circulação atmosférica de larga escala e os de mesoescala descritos a seguir.

2.4.1.1 Sistemas de Larga Escala

Durante todo o ano o território brasileiro sofre a influência de um sistema estacionário de larga escala denominado Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul – ASAS. Este sistema tem sua origem na circulação geral da atmosfera com o centro sobre o oceano Atlântico Sul.

Outro sistema atuante na região do Sapucaí é a massa Tropical atlântica – mTa. As massas de ar derivadas desse centro de alta pressão são bastante estáveis, condicionando a ocorrência de bom tempo.

Apesar de a massa Tropical atlântica (mTa) ser relativamente estável, com baixo nível de inversão térmica e alta subsidência superior, o contato com a frente fria provoca instabilidade e ascensão do ar mais quente e úmido, causando assim precipitações generalizadas na Região Sudeste, intermitentes e duradouras. Estas precipitações, originadas a partir de fenômenos de características frontais, são responsáveis pelos principais eventos de cheias na bacia do rio Sapucaí. Nessas condições, podem ocorrer chuvas na região mesmo sem a presença de Frentes Frias, chuvas essas de natureza convectiva, localizadas e de alta intensidade.

Nos meses de inverno, mesmo com o avanço das frentes frias, as precipitações ficam reduzidas, não só pelo maior domínio da massa Tropical atlântica (mTa), mais estável, como também pela redução geral dos suprimentos de vapor de água na atmosfera.

2.4.2 Sistemas de Meso Escala

2.4.2.1 Correntes Perturbadas de Sul

Corresponde às atuações da frente polar antártica (FPA) e das massas polares (MP). Os ventos que divergem da superfície anticiclônica para a zona depressionária subantártica originam a massa polar que chega ao estado com direção S a SE – o ar é muito seco, frio e estável, porém absorve calor e umidade da superfície quente do mar por toda sua trajetória, aumentando à medida que se dirige para o trópico. Apresenta maior energia durante o inverno, se estendendo da região subpolar até o trópico com orientação NNW – SSE. As precipitações pluviométricas são pouco expressivas uma vez que o ar quente da massa tropical marítima em ascensão dinâmica sobre a rampa da frontal da frente polar possui pouca umidade, devido às baixas temperaturas do inverno.

O anticiclone polar, devido o seu trajeto por todo o continente, possui pouca umidade e tende a se estabilizar devido ao contato com a superfície continental intensamente resfriada pela radiação noturna. Quando vem pelo Atlântico, trajetória muito comum durante o verão, a corrente de sul gera muita chuva devido ao aquecimento do hemisfério no verão, gerando uma baixa pressão sobre o continente. A frente polar perde energia e se torna estacionária adquirindo orientação NW-SE, o anticiclone é desviado para o litoral e atinge a região do Mucuri com um equilíbrio dinâmico entre as duas altas (do Atlântico sul e a Polar), permanecendo semi-estacionária com avanços e recuos acompanhados de chuva.

2.4.2.2 Correntes Perturbadas de Leste

Seu deslocamento é de W para L, sendo características dos litorais das regiões tropicais atingidas por ventos alísios. Essas correntes estão associadas as ondas de leste, formações ondulatórias na média e alta atmosfera que se deslocam na região equatorial.

2.4.2.3 Correntes Perturbadas de Oeste

Atuam a partir de meados da primavera até meados do outono (novembro a março) com ventos de W a NW, relacionadas a núcleos de baixa pressão, chamados de Linhas de Instabilidade Tropicais (IT). Sua origem está relacionada ao movimento ondulatório na frente polar em contato com o ar quente da zona tropical. Ao norte da frente polar se formam as linhas de instabilidade, à medida que caminha para o equador se desloca para leste e para o sudeste com nuvens pesadas e chuvas tropicais.

As ZCAS são as responsáveis pelas chuvas intensas e prolongadas que ocorrem na região e conseqüentemente em todo o estado de Minas Gerais no período de novembro a março denominado por Abreu (1998) de “*invernadas*”.

A zona de convergência do Atlântico sul é formada pela associação da frente polar e a convecção tropical, apresentando uma nebulosidade com direção NW-SE. A frente polar funciona como um canalizador da convergência do ar, alinhando a IT e conduzindo a umidade para sudeste, “*o ar úmido e quente sobe, resfria e condensa, formando nuvens ao longo da FPA*” (ABREU, 1998. P19).

Nimer acreditava que as linhas de instabilidade tropicais – IT – se formavam do movimento ondulatório da frente polar em contato com o ar quente da zona tropical, sendo a precipitação causada pela frente. Porém, Abreu afirma que na verdade a precipitação ocorre

em função da atuação das IT's, a frente polar apenas contribui com a organização, estacionaridade e intensificação da quantidade de precipitação.

Devido à associação com a convecção tropical, a ZCAS tende a se manifestar durante a primavera, alcançando a região sudeste a partir do mês de outubro.

2.4.3 Aspectos climáticos da Bacia do Sapucaí

Com base em variáveis de referência a temperatura e a precipitação média anual, foram encontradas em Nimer (1979) referenciais térmicos de algumas áreas circunvizinhas à bacia, onde as médias mensais da temperatura são semelhantes às registradas nos municípios da bacia do Sapucaí. A junção dos dados pluviométricos com os da temperatura mostra que a bacia do Sapucaí está sob o regime de clima classificado como Mesotérmico Médio, Super Úmido e com Subseca, na faixa de altitudes acima da cota 1200 m, junto às cabeceiras, e como Mesotérmico Brando, Úmido, com 1 a 2 meses secos no ano, no restante da área.

A região das cabeceiras do Sapucaí apresenta características climáticas muito influenciadas pela orografia da Serra da Mantiqueira. A exemplo do que ocorre em Campos do Jordão, onde a temperatura média anual é de 13,4°C (Mesotérmico Médio), o total médio anual de precipitação é superior a 1500 mm (Super Úmido), as chuvas são bem distribuídas em todos os meses do ano, apenas decrescendo no período de inverno, quando atua a Subseca.

Nas demais áreas da bacia, o clima Mesotérmico Brando é caracterizado pelo predomínio de temperaturas amenas durante todo o ano, com médias entre 18°C e 19°C. A precipitação média anual tende a ser ligeiramente inferior a 1500 mm, podendo ocorrer 1 ou 2 meses sem chuva. A estação climatológica de Itajubá pode ser considerada representante dessa porção da bacia, onde estão as cidades de Itajubá e Delfim Moreira.

Devido as altitude elevadas, as superfícies do sul de Minas Gerais, sob o domínio da Serra da Mantiqueira, apresentam temperatura média inferior a 22°C, podendo ser inferior a 18°C nos seus níveis mais elevados, ao sul do paralelo de 20° Sul, onde a influência do relevo se conjuga com as maiores latitudes regionais e a maior frequência de correntes de ar de origem polar.

Nos meses de setembro a março predominam as temperaturas mais elevadas, atingindo o máximo em dezembro e janeiro. Já nos meses de maio a agosto as temperaturas são consideravelmente baixas, atingindo o mínimo em junho e julho.

Para a realização da caracterização do comportamento climático da região da bacia do Sapucaí foram utilizados dados do estudo realizado pelo Instituto de Geociências Aplicadas – IGA baseado em dados da Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, coletados para um trabalho desenvolvido no ano de 2004 em 79 estações do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, com dados dos valores das Normais Climatológicas (Média Histórica 1961-1991) de Temperatura Média Mínima e Máxima Mensal e Média Comparada Mensal, Umidade Relativa do Ar Média Mensal e Precipitação Acumulada Mensal.

Quanto ao comportamento sazonal da região, é possível verificar que durante o verão a região recebe chuvas fortes nos meses de novembro a abril, às vezes tais chuvas ocorrem diariamente, o pico de precipitação ocorre nos meses de dezembro e janeiro. Nessa época o céu fica constantemente nublado, com nuvens carregadas.

Segundo o estudo do IGA, existe na região grande incidência de raios em temporais atraídos pelo alto teor de ferro encontrado no solo. Nesse período, a região fica sob forte influência das massas Equatorial Continental e Tropical Atlântica, mantendo o dia quente, a umidade alta e, quando se choca com alguma frente fria trazida pela massa Polar Atlântica (provenientes do sul do Brasil e da Argentina), ocorrem fortes temporais com possibilidade de chuvas de granizo. Nos meses de outubro e novembro a chuva se torna mais constante e, em virtude da altitude e da localização geográfica (situada em uma área totalmente tropical), os dias são bem quentes no verão. Nas cidades que apresentam altitude acima 1.000 metros do nível do mar, é possível registrar temperaturas de até 40°C em campo aberto. No mês de janeiro pode ocorrer o chamado veranico caracterizado por um período de alguns dias de seca, totalmente sem chuva e com uma baixa umidade relativa do ar.

Durante o inverno a atuação da massa Polar Atlântica ganha espaço com o enfraquecimento da massa Equatorial Continental e Tropical Atlântica, ambas dominantes no verão em todo o Brasil. Dessa forma, as frentes frias vindas do sul conseguem se estabelecer mais intensamente na região. As noites são bem mais frias e os dias não tão quentes.

Nesta estação, o volume de água dos rios e córregos diminui em consequência da queda pluviométrica e o ar fica mais seco. Outra característica do inverno é o céu limpo, sem

nuvens. Durante as manhãs é possível observar nevoeiro baixo, que logo evapora pela radiação. Nos meses de junho e julho, as temperaturas mínimas são atingidas no horário de 06h00, em média, em 6°C/8°C, podendo atingir valores negativos, possivelmente acompanhando formação de geada.

A época das estiagens ocorre nos meses de maio a setembro, quando raramente chove nesta região. A falta de chuva influencia o comportamento da vegetação, o que se verifica quando a vegetação rasteira (gramíneas, arbustos e semi-arbustos) perde a coloração verde adquirida no verão e assume coloração parda, seca, bastante suscetível a queimadas. Na vegetação de altas altitudes (que acompanha grande parte da Mantiqueira) o solo permanece seco apenas em sua camada superficial, o que mantém a vegetação viva em suas raízes profundas, ligadas a níveis freáticos encontrados a cerca de 2 metros abaixo da superfície.

A partir do mês de maio é muito comum a formação de geadas que duram até a primeira metade de agosto. Para que se forme a geada, além de uma temperatura mínima de 0°C é necessário que não haja formação de nuvens e nevoeiros: o ar precisa estar seco. Nas regiões da Serra da Mantiqueira são verificadas, no inverno, temperaturas de até -4°C nas terras mais altas, superiores 1.500 metros de altitude.

Toda a região do Alto e Médio Sapucaí está sujeita a geadas brancas ou negras. As geadas negras compreendem a queda da temperatura até valores próximos ou abaixo de 0°C, mesmo sem a formação do gelo, com efeitos danosos às culturas e pastagens. As altitudes elevadas e a morfologia do relevo com seus vales e encostas íngremes favorecem a formação da geada. As temperaturas noturnas, no outono-inverno, sob o domínio de uma massa polar, caem significativamente, se aproximando de zero ou ultrapassando essa marca. Ao nível do solo, em fundo de vale, o resfriamento é ainda mais intenso, maior do que o medido pelo termômetro a 1,5m do solo, no abrigo meteorológico. Mesmo que não se verifique a formação do gelo, as temperaturas muito baixas são altamente prejudiciais a várias plantas cultivadas, “queimando-as”.

2.4.3.1 Comportamento pluviométrico da Bacia do Rio Sapucaí

Na Figura 7, foram espacializadas 18 estações pluviométricas instaladas ao longo da bacia do Rio Sapucaí. Os dados das estações dos municípios de Machado, Pouso Alegre e Itajubá, destacadas em roxo no mapa, permitiram análises do comportamento da bacia do Sapucaí em termos pluviométricos.

Dentre essas 18 estações, foram escolhidas três para compor o corpo do texto e caracterizar, em termos pluviométricos, cada um dos trechos da bacia do Rio Sapucaí. Sendo assim, o Baixo Sapucaí é representado pela estação de Machado, em Machado; o Médio pela estação ponte do Rodrigues, em Pouso Alegre; e o Alto pela estação de São João do Itajubá, em Itajubá.

No anexo E desse documento, são apresentadas as séries históricas das outras 15 estações localizadas na Figura 7.



Figura 7 – Estações pluviométricas na Bacia do Sapucaí.

A Tabela 4, relaciona as principais características das três estações escolhidas para representar as três sub-bacias da Bacia do Sapucaí.

Tabela 4 – Identificação das estações utilizadas

Código da Estação	2145033	2245086	2245083
Nome	MACHADO	PONTE DO RODRIGUES	SÃO JOÃO DE ITAJUBÁ
Bacia	RIO PARANÁ (6)	RIO PARANÁ (6)	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)	RIO GRANDE (61)	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO SAPUCAÍ	RIO ITAIM	RIO LOURENÇO VELHO
Estado	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS	MINAS GERAIS
Município	MACHADO	POUSO ALEGRE	ITAJUBÁ
Responsável	INMET	ANA	ANA
Operadora	INMET	IGAM	IGAM
Latitude	- 21:40:00	- 22: 23:9	-22:22:32
Longitude	- 45:55:0	- 45:54:5	-45:26:49
Altitude (m)	873	876	845

Fonte: Consulta aos dados do Hidroweb, ANA, 2009.

Na Tabela 5, por sua vez, são apresentados os valores de precipitação acumulada anual, registradas nas estações pluviométricas dos municípios de Machado, Pouso Alegre e Itajubá, para o período de 1968-1998.

Tabela 5 – Precipitação Acumulada na Bacia do Sapucaí

Ano	Precipitação Acumulada Anual (mm)		
	Estação de Machado	Estação de Pouso Alegre	Itajubá
1968	1257,4	1090,4	1049,6
1969	1172,8	1335	1425
1970	1684,4	1408,4	970,8
1971	-	1075	1416,7
1972	1385,1	1041,7	-
1973	1388	1308,9	1407,5
1974	1073,6	1290,7	1146
1975	1151,4	1230	1546,9
1976	1886,6	1886,6	1886,6
1977	1910,5	1415,1	1182,8
1978	1429,8	1500,7	1420,6
1979	1742,9	1517,1	1455,5
1980	1798,4	1561,5	166,7
1981	1862,5	1566,9	1302,1
1982	-	1577,2	1446,2
1983	1731,5	-	-
1984	1210,9	1069,3	1150,4
1985	1714,3	1583	1490,5
1986	1042,6	1701	1644,8
1987	1008	-	1685
1988	1398,7	1576,9	1590,6
1989	1397,6	1576,9	1291,2
1990	1059,7	1303,8	1382,3
1991	1717,9	1518,1	1383,5
1992	2037,8	1227,3	1485,4
1993	1526,3	1382,6	1943,5
1994	1487	1467,8	979,5
1995	1476,6	1599,8	1482,8
1996	1827,2	1740,9	1627,5
1997	1524,2	1591,6	1127,2
1998	1352,4	1348	1037,4
Média	1491,59	1430,77	1349,12

FONTE: ANA – HidroWeb, 2009.

Apesar da existência de variação entre os valores da série histórica dos municípios de Machado, Pouso Alegre e Itajubá, eles se apresentaram dentro da mesma ordem de grandeza. No entanto, Itajubá e Pouso Alegre sofrem mais com problemas decorrentes de inundações do que o município de Machado. Sendo assim, considerando a pequena variação pluviométrica entre os municípios, não é possível atribuir as enchentes ao volume de chuvas.

Esses constantes alagamentos podem ser associados não aos índices pluviométricos constantes e altos mas, principalmente, ao avanço desordenado da mancha urbana de Pouso Alegre e Itajubá sobre a planície de inundação do Rio Sapucaí, que acabou impermeabilizando o solo e impedindo a infiltração da água, além de causar outros problemas. É importante lembrar ainda que, dentre os três municípios, Machado é o único que não está às margens do Sapucaí e, portanto, está fora de sua área de inundação.

Segundo análise do Gráfico 3, para os municípios de Machado, Pouso Alegre e Itajubá, a estação chuvosa se estende de outubro a março e a estiagem de maio a agosto. Nos meses chuvosos, a pluviosidade se concentra entre os meses de dezembro e janeiro, quando a precipitação pode ultrapassar 700 milímetros. Nos meses de estiagem, o período mais seco se estende de junho a julho e a precipitação não supera 100 milímetros.

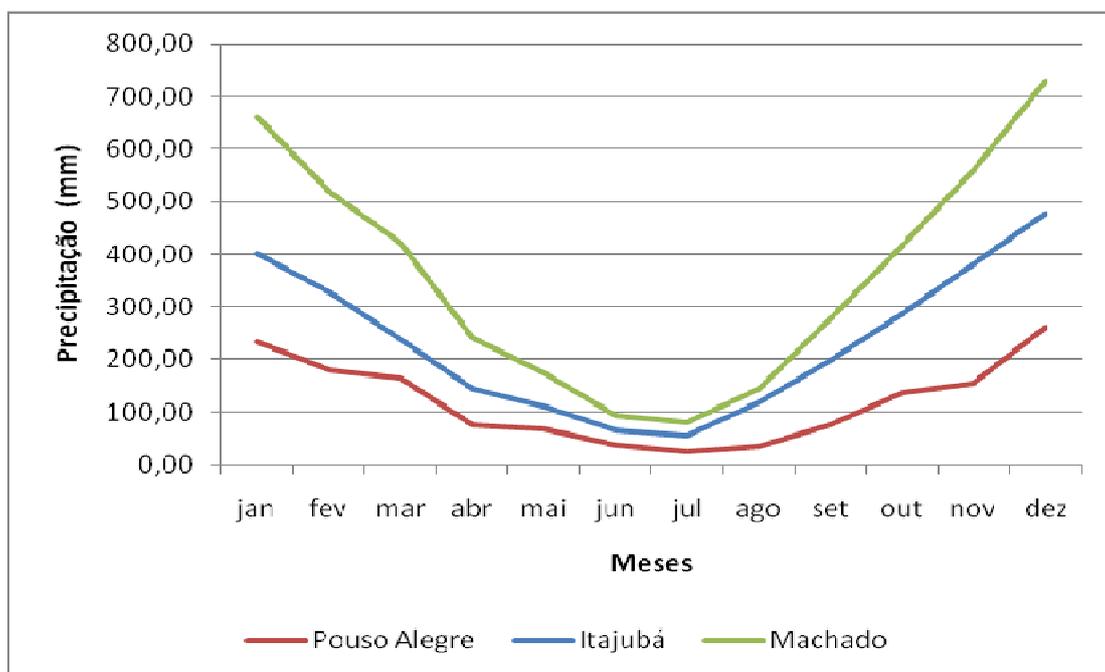


Gráfico 3 – Sazonalidade média das chuvas para três municípios da Bacia do Sapucaí.

Podemos analisar o comportamento pluviométrico considerando, também, os três primeiros decêndios da estação chuvosa – três séries consecutivas de dez dias, que totalizam trinta dias ou um mês – que correspondem ao mês de outubro. Esses três primeiros decêndios apresentaram uma pequena participação nos totais de picos de frequência média para os critérios de dias chuvosos, conforme observado abaixo, no Gráfico 4.

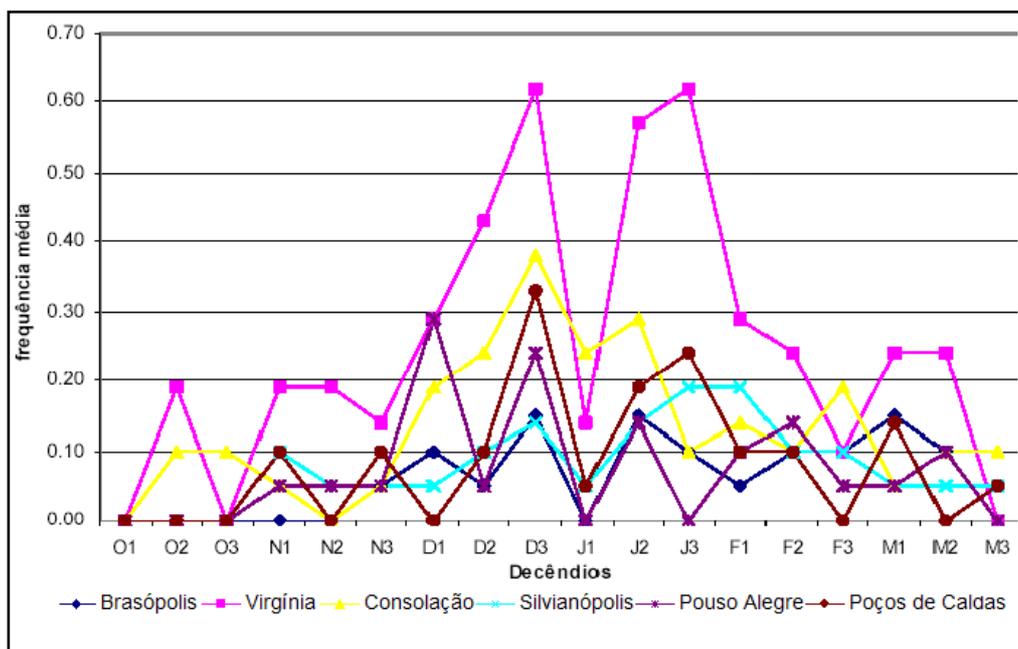


Gráfico 4 – Relação entre os decêndios da estação chuvosa e a frequência média de dias consecutivos de chuvas

Fonte: Adaptado de IGA (dados INMET)

Os picos de frequência nesse mês foram concentrados no segundo decêndio (dia 10-20). O período menos chuvoso corresponde ao final do outono-inverno – de maio a agosto. Já no mês de novembro foi registrado número muito maior de picos de frequência que o mês anterior, distribuídos homogeneamente ao longo dos decêndios, com pequena concentração no segundo decêndio para a maioria dos critérios.

O mês de dezembro apresentou o maior número de picos de frequência da estação. Na maioria dos critérios o primeiro decêndio (1-10) de dezembro registra o maior número de picos de frequência que o segundo decêndio. Finalizando a estação chuvosa, o mês de março registra poucos picos de frequência que se apresentam concentrados no primeiro decêndio do mês.

A análise mostra que a estação chuvosa pode ser dividida em três períodos com comportamentos pluviométricos distintos: o início (out/nov), o meio (dez/jan) e o final

(fev/mar) da estação. Sendo que a participação de outubro e novembro na distribuição temporal das chuvas é menor que a participação dos meses finais (fevereiro e março). Enquanto que nos meses de dezembro e janeiro estão concentrados os picos de frequência em todos os critérios adotados.

O Gráfico 5, ilustra as médias dos totais anuais de uma série histórica de 30 anos para os municípios de Machado, Pouso Alegre e Itajubá, representando os respectivos trechos baixo, médio e alto da bacia do Sapucaí.

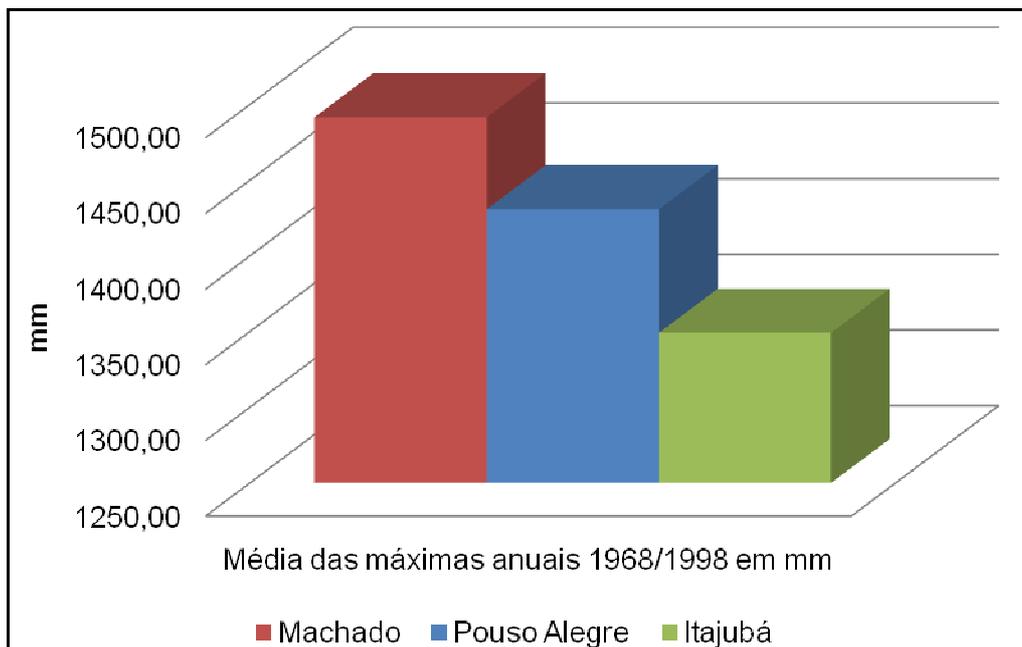


Gráfico 5 – Média das máximas anuais de 1968 a 1998 para três municípios da Bacia.

A região sul de Minas Gerais apresenta índices pluviométricos elevados e a precipitação média anual é de 1.424 mm.

2.4.4 Considerações Finais

Foi possível observar que nos meses secos referentes a estação mais fria, há maior incidência de insolação na Bacia hidrográfica do Rio Sapucaí. Isso ocorre em detrimento da baixa taxa de formação de vapor d'água porque nesse período a superfície terrestre não se aquece o suficiente para deixar o céu encoberto.

Com isso, o céu fica “limpo”, livre de nuvens, permitindo que os raios solares atinjam diretamente a superfície, ao contrário dos meses chuvosos, quando são altos os índices pluviométricos, a formação de nuvens e elevadas temperaturas.

A umidade relativa média é elevada em todos os meses, gerando em torno de 77%. A topografia é um fator climático que exerce grande influência nos registros de umidade absoluta e relativa do ar. Pela altimetria, a região do Sapucaí apresenta significativo conforto térmico em detrimento dos altos índices de vapor d’água na região. Isso ocorre porque a Serra da Mantiqueira funciona como sotavento e barlavento dos ventos úmidos provenientes de NE e E.

Em relação às características climáticas da região da bacia do Sapucaí, o que se pode afirmar é a influência evidente do efeito orográfico da Serra da Mantiqueira sobre o clima da região, uma vez que induz os maiores valores de precipitação média anual em suas proximidades, da ordem de 1800 mm, enquanto no restante da bacia predominam alturas pluviométricas médias da ordem de 1400 mm a 1500 mm.

Conforme descrito na caracterização climática da bacia, os meses mais chuvosos são os de dezembro, janeiro e fevereiro, com o trimestre mais seco ocorrendo no período de junho a agosto. Os meses de abril e outubro representam a transição, respectivamente para os períodos seco e chuvoso.

3. DIAGNÓSTICO DA VEGETAÇÃO DA BACIA DO RIO SAPUCAÍ

3.1 Metodologia

O diagnóstico da vegetação da Bacia do rio Sapucaí foi realizado utilizando-se dados primários, coletados em visitas a campo, e dados secundários, utilizando-se bibliografias e mapas.

Foi realizada uma viagem a campo e os seguintes municípios foram percorridos para a caracterização da vegetação: Borda da Mata, Careagu, Carvalhópolis, Conceição das Pedras, Congonhal, Cordislândia, Elói Mendes, Heliadora, Lambari, Machado, Maria da Fé, Natércia, Paraguaçu, Pedralva, Piranguinho, Pouso Alegre, São Gonçalo do Sapucaí, São Sebastião da Bela Vista, Senador José Bento e Turvolândia. Durante essa campanha, foram anotados os dados sobre a existência ou não de cobertura vegetal nativa e existência ou não de áreas de preservação permanente e quando presentes, o seu estado de conservação. Também foram observados os principais impactos existentes sobre a vegetação. Dados sobre a vegetação coletados em expedições científicas realizadas em outubro de 2008 nos municípios de Brazópolis, Camanducaia, Delfim Moreira, Gonçalves, Paraisópolis, Sapucaí Mirim e Venceslau Braz foram triados e também utilizados. Para os demais municípios, utilizou-se para a avaliação dados obtidos a partir de imagem de satélite.

Nas visitas a campo foram observadas as áreas onde existe cobertura vegetal nativa e áreas onde há algum tipo de uso diferente do solo, como pastagens, plantações e outros ambientes de uso antrópico. As coordenadas geográficas desses diferentes locais foram obtidas e utilizadas posteriormente para delimitação em imagem de satélite dos diferentes usos do solo e a presença de vegetação nativa.

As principais bibliografias utilizadas para composição do diagnóstico foram: Carvalho *et al.* (2005), Drummond *et al.* (2005), Galindo-Leal & Câmara (2005), IGA (2007), Ribeiro & Walter (1998) e Veloso *et al.* (1991). Os mapas utilizados foram obtidos nos sítios do IBGE (www.ibge.gov.br), IGAM (www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento) e Fundação Biodiversitas (www.biodiversitas.org.br). Todos os mapas foram consultados e/ou elaborados utilizando-se os softwares ARCMAP e ARCCATALOG 9.2® (ESRI, 2006).

A caracterização da flora foi realizada com base em dados primários, coletados em campo, envolvendo a observação das fitofisionomias dominantes em cada ambiente. Além disso,

foram consultados artigos científicos publicados e classificações da vegetação existentes. Foram utilizados dois sistemas de classificação diferentes, visto que não existe consenso entre as classificações vigentes sobre a ocorrência das diferentes fitofisionomias na Bacia do rio Sapucaí: o sistema de classificação de IBGE (1992), baseado na classificação de Veloso *et al.* (1991) e o sistema de classificação de Ribeiro e Walter (1998), de acordo com a delimitação das fitofisionomias propostas por Carvalho *et al.* (2005)

As áreas de preservação permanente foram identificadas através das visitas a campo e com o auxílio de imagem de satélite. As Áreas Prioritárias para Conservação da biodiversidade e da flora estão de acordo com Drummond *et al.* (2005). As Unidades de Conservação foram identificadas através de consulta ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), ao Instituto Estadual de Florestas, ao trabalho de Camargos (2001) e também de acordo com o listado em IGA (2007).

3.2 Caracterização da vegetação

A associação dos diversos fatores físico-climáticos no território mineiro cria paisagens muito diferentes, propiciando o estabelecimento de diferentes formações vegetacionais. Dos três biomas presentes no estado de Minas Gerais (Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga), dois estão entre os vinte e cinco pontos do planeta com maior diversidade e endemismo biológico e que ao mesmo tempo, estão fortemente ameaçados por pressões antrópicas de exploração e impactos secundários: a Mata Atlântica e o Cerrado (Myers *et al.*, 2000). Ambos são hotspots de biodiversidade reconhecidos no mundo, ou seja, áreas que perderam pelo menos 70% de sua cobertura vegetal original, mas que juntas abrigam mais de 60% de todas as espécies terrestres do planeta. Essas áreas críticas ocupam menos de 2% da superfície terrestre (Mittermeier *et al.*, 2000).

De acordo com IBGE (1992), a área da Bacia do rio Sapucaí está inserida no Domínio Mata Atlântica. De acordo com essa classificação observam-se as seguintes fitofisionomias nessa área: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, incluindo ecótonos (áreas de transição) dessas fitofisionomias.

Segundo Carvalho *et al.* (2005), as fitofisionomias ocorrentes nos municípios que compõem a Bacia do rio Sapucaí se inserem em dois domínios distintos: o Cerrado e a Mata Atlântica. De acordo com esses autores, além da Floresta Ombrófila (Densa e Mista) e da Floresta Estacional Semidecidual, ocorrem ainda as seguintes fitofisionomias do Cerrado nesses municípios: Campo, Campo Rupestre, Cerrado Ralo e Cerrado Típico. Esses autores ainda

incluem também os reflorestamentos. Em diversos municípios que compõem a Bacia do rio Sapucaí existem silviculturas, principalmente de eucalipto e pinus. A Tabela 6 lista a cobertura em hectares da vegetação nativa e dos reflorestamentos, por município (Carvalho *et al.*, 2005).

Tabela 6 – Cobertura de vegetação nativa (em hectares) por município da Bacia do rio Sapucaí segundo Carvalho *et al.* 2005

Município	Campo	Campo rupestre	Cerrado ralo	Cerrado típico	Reflorestamento (Eucalipto/pinus)	Floresta Ombrófila	Floresta Semidecídua
Borda da Mata	63,39	---	---	---	---	---	2863,06
Brasópolis	87,35	---	---	---	6,12	2052,42	5713,01
Cachoeira de Minas	---	---	---	---	6,39	---	4013,4
Camanducaia	2572,54	---	---	---	5462,18	13843,68	2129,74
Cambuí	---	---	---	---	---	---	1422,32
Careaçu	---	---	---	---	74,7	---	3022,75
Carvalhópolis	23,11	---	---	---	---	---	555,52
Conceição das Pedras	75,9	---	---	---	---	---	3405,07
Conceição dos Ouros	63,18	---	---	---	---	---	3489,84
Congonhal	59,4	---	---	---	---	---	2006,74
Consolação	---	---	---	---	19,71	---	589,18
Cordislândia	---	---	---	---	65,61	---	2265,98
Córrego do Bom Jesus	130,42	---	---	---	---	---	1385,89
Delfim Moreira	1074,96	---	---	---	761,13	1994,72	2225,73
Elói Mendes	---	---	---	---	401,4	---	4162,75
Espírito Santo do Dourado	45,36	---	---	---	---	---	2819,94
Estiva	---	---	---	---	---	---	1394,01
Gonçalves	381,09	8,06	---	---	---	3945,32	1509,84
Heliodora	45,49	---	---	---	36,71	---	3123,98
Itajubá	21,96	---	---	---	---	1989,92	5758,28
Lambari	25,56	---	---	---	---	---	4537,72
Machado	280,93	---	18,74	---	100,33	---	3606,73
Maria da Fé	---	---	---	---	---	1115,96	5147,2
Marmelópolis	110,32	5,84	---	---	31,5	3269,8	52,55
Monsenhor Paulo	---	---	---	---	315,11	---	2530,91
Munhoz	---	---	---	---	62,01	---	2229,75
Natércia	67,91	---	---	---	---	---	5347,11
Ouro Fino	758,46	---	---	---	46,53	---	5222,66



Município	Campo	Campo rupestre	Cerrado ralo	Cerrado típico	Reflorestamento (Eucalipto/pinus)	Floresta Ombrófila	Floresta Semidecídua
Paraguaçu	0	---	---	18,36	1929,06	---	3420,5
Paraisópolis	91,62	---	---	---	---	---	5456,23
Passa Quatro	185,02	3,51	---	---	320,76	7083,7	2282,7
Pedralva	---	---	---	---	---	---	5833,97
Piranguçu	215,0	0,46	---	---	---	4277,24	2456,75
Piranguinho	---	---	---	---	---	---	1750,32
Poço Fundo	78,21	---	---	---	198,68	---	3474,55
Pouso Alegre	28,8	---	---	---	---	---	3714,44
Santa Rita do Sapucaí	---	---	---	---	35,37	---	8806,72
São Gonçalo do Sapucaí	---	---	---	---	207,32	---	8590,63
São João da Mata	24,3	---	---	---	124,35	---	637,27
São José do Alegre	---	---	---	---	---	---	1342,75
São Sebastião da Bela Vista	---	---	---	---	---	---	2632,86
Sapucaí-Mirim	2601,63	1,3	---	---	4507,81	9760,01	---
Senador Amaral	---	---	---	---	131,24	---	1754,76
Senador José Bento	25,71	---	---	---	---	---	1435,14
Silvianópolis	---	---	---	---	13,95	---	4854,92
Turvolândia	---	---	---	---	1,58	---	1837,44
Venceslau Brás	5,61	---	---	---	0	2039,94	1334,52
Virgínia	150,68	---	---	---	6,21	6162,22	2536,73

Os domínios Mata Atlântica e Cerrado, e todas as formações florestais acima listadas, reconhecidas em ambas as classificações estão brevemente caracterizadas.

3.2.1 Mata Atlântica

Cerca de 95% da Mata Atlântica encontra-se em território brasileiro e o restante na Argentina e Paraguai. A região *core* do bioma corresponde a uma zona quase contínua composta de vários tipos de florestas ao longo da costa brasileira, indo do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Hoje, outras regiões disjuntas são também consideradas Floresta Atlântica, como os brejos de altitude localizados na região da Caatinga, florestas decíduas ao longo do médio rio São Francisco e sul do Piauí, florestas decíduas e semidecíduas isoladas ao longo da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul (Galindo-Leal & Câmara, 2005). Com relação à flora, a Mata Atlântica é um dos biomas mais diversificados do planeta, com uma estimativa de mais de 25 mil espécies de plantas. Em relação aos endemismos o bioma também se destaca com mais de 30% da flora restrita ao bioma (Galindo-Leal & Câmara, 2005).

As florestas tropicais brasileiras têm sido rapidamente convertidas para outros usos em taxas alarmantes, na maior parte dos casos com danos ambientais irreversíveis e perda de uma diversidade biológica única. A dinâmica que leva à destruição da Mata Atlântica começa com a colonização do Brasil, e tem crescido dramaticamente com a industrialização do sudeste do país. Hoje, restam menos de 7% da cobertura florestal original, na forma de um arquipélago de remanescentes florestais composto, na maioria das vezes, por fragmentos isolados. Além disso, seus domínios abrigam 70% da população humana brasileira e concentram as maiores cidades e os grandes pólos industriais do Brasil (MMA/SBF, 2002).

No sentido amplo do termo, a Floresta Atlântica engloba um diversificado mosaico de ecossistemas florestais com estruturas e composições florísticas bastante diferenciadas, acompanhando a diversidade dos solos, relevos e características climáticas da vasta região onde ocorre, tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos que sopram do oceano (IBGE, 1992). Na Bacia do rio Sapucaí ocorrem as seguintes formações:

3.2.1.1 Floresta Ombrófila Densa

A Floresta Ombrófila Densa é uma formação vegetacional perenifólia (sempre verde) com dossel regular de até 15 m e árvores emergentes de até 40 m de altura, característica de

locais com alta umidade durante todo o ano. Possui densa vegetação arbustiva e herbácea, além da presença de muitas epífitas, entre elas samambaias, bromélias, orquídeas e musgos (Rizzini, 1979). Na Bacia do rio Sapucaí, essa formação domina nas regiões altas da Serra da Mantiqueira, ocorrendo também em áreas de transição com a Floresta Estacional Semidecidual e com a Floresta Ombrófila Mista em direção ao Médio Sapucaí.

3.2.1.2 Floresta Ombrófila Mista

A Floresta Ombrófila Mista também é uma formação vegetal perenifólia e caracteriza-se por apresentar dominância de *Araucaria angustifolia* (B.) Kuntze (Araucariaceae) (Foto 8), *Drymis brasiliensis* Miers (Winteraceae) e *Podocarpus lambertii* Klotzsch. Ex. Endl. (Taxaceae). Esse tipo de vegetação ocorre em toda a região Sul do Brasil e em áreas disjuntas na Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira e registros paleopalinológicos mostrem que no passado essa floresta apresentava distribuição geográfica mais ampla. (Velooso *et al.*, 1991). Na Bacia do rio Sapucaí, essa formações ocorre em associação com a Floresta Ombrófila Densa nos altos de serra, especialmente na Serra da Mantiqueira. Apresenta em diversos pontos do Alto Sapucaí áreas de transição com a Floresta Estacional Semidecidual, principalmente em direção à região do Médio Sapucaí



Foto 8 – Interior de uma Floresta Ombrófila Mista, destacando-se *Araucaria angustifolia*

3.2.1.3 Floresta Estacional Semidecidual

A Floresta Estacional Semidecidual é uma fitofisionomia florestal condicionada pela dupla estacionalidade climática: uma tropical, com época de intensas chuvas de verão seguidas por estiagens acentuadas e outra subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio de inverno, com temperaturas médias inferiores a 15°C. É constituída por plantas fitófitas com gemas foliares protegidas da seca por escamas (Alóctones ou pêlos), tendo folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais. Em tal tipo de vegetação, a porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal e não das espécies que perdem as folhas individualmente, é de 20 e 50%. Nas áreas tropicais, é composta por árvores de porte médio. Próximo aos cursos d'água as espécies arbóreas apresentam um comportamento menos caducifólio, e o estrato herbáceo apresenta maior riqueza de espécies de pteridófitas e briófitas (Veloso *et al.*, 1991) (Foto 9). Essa formação é a mais abundante da Bacia do rio Sapucaí, e ocorre em todo o Médio e Alto Sapucaí, apresentando transições com a Floresta Ombrófila Densa e Mista em direção às regiões mais montanhosas e úmidas no Alto Sapucaí.

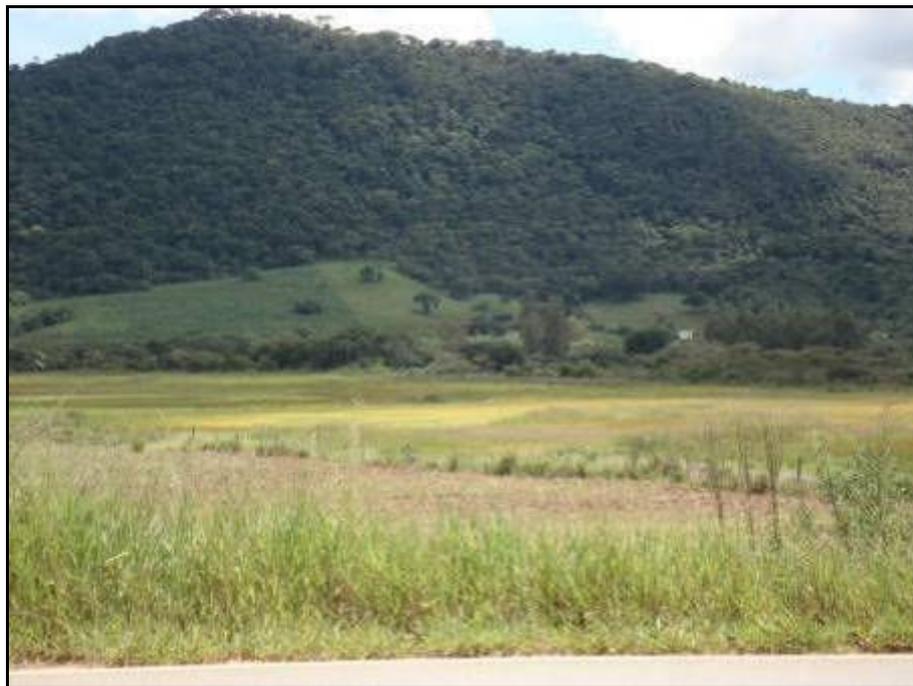


Foto 9 – Aspecto geral da Floresta Estacional Semidecidual

3.2.1.4 Vegetação ciliar

A Vegetação Ciliar designa aqui as formações florestais que acompanham os rios da região, independente da vegetação arbórea formar ou não galerias. Em geral essa

vegetação é relativamente estreita, ultrapassando 30 metros de largura em cada margem apenas nos rios de médio e grande porte (Foto 10). É comum a largura em cada margem ser proporcional à do leito do rio, embora em áreas planas a largura possa ser maior. Porém, a Vegetação Ciliar ocorre geralmente sobre terrenos acidentados, podendo haver uma transição nem sempre evidente para outras fisionomias florestais. Há diferentes graus de queda das folhas na estação seca, indo da perenifolia nas Matas de Galeria à queda acentuada de folhas na Mata ciliar. As Matas de Galeria são similares florísticamente à Floresta Ombrófila Densa, e as Matas Ciliares são similares às Florestas Estacionais. Ambas se diferenciam pela associação ao curso de água e pela estrutura, que em geral é mais densa e mais alta, com elementos florísticos específicos no trecho de contato com o leito do rio. As árvores, predominantemente eretas, variam em altura de 10 a 15 metros, com alguns poucos indivíduos emergentes alcançando 20 metros ou mais (Veloso et al. 1991).



Foto 10 – Aspecto geral da Vegetação ciliar do rio Dourado

3.2.1.5 Afloramentos rochosos e Campos de altitude

Carvalho et al. (2005) registram pequenas áreas de “campos rupestres” nos municípios de Gonçalves, Marmelópolis, Passa Quatro, Piranguçu e Sapucaí Mirim (Tabela 6). A terminologia “Campos Rupestres” está associada às formações campestres associadas a afloramentos quartzíticos na Cadeia do Espinhaço e em outras áreas de Cerrado, mas na área em estudo, por estar associada às formações do domínio Mata Atlântica, essa

fitofisionomia foi contextualizada nesse bioma. Essa formação vegetal ocorre em afloramentos rochosos, de diversas origens geológicas, associados principalmente a regiões montanhosas de altitude. Essa vegetação é predominantemente herbácea arbustivo, com a presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas de até dois metros de altura. Geralmente ocorre em altitudes superiores a 900 metros, ocasionalmente a partir de 700 metros, em áreas onde há ventos constantes e variações extremas de temperatura, com dias quentes e noites frias. Este tipo de vegetação ocorre geralmente em solos ácidos, pobres em nutrientes ou nas frestas dos afloramentos rochosos. Em geral, a disponibilidade de água no solo é restrita, pois as águas pluviais escoam rapidamente para os rios, devido a pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção pelo solo.

Também a fitofisionomia designada por Carvalho et al. (2005) como “Campo” engloba diversas formações, algumas delas associadas ao Domínio Mata Atlântica e outras ao Domínio Cerrado. Os Campos de Altitude são aquelas associadas à Mata Atlântica, e se localizam em sua maior parte nos municípios localizados em regiões serranas, como Camanducaia, Delfim Moreira, Gonçalves e Sapucaí Mirim, que apresentam as maiores áreas cobertas por Campos da Bacia do rio Sapucaí (Tabela 6). Essa formação está associada a regiões de altitude elevada, onde a variação de temperatura é elevada. Os Campos de Altitude são relativamente comuns na Serra da Mantiqueira, e caracterizam-se por uma vegetação predominantemente herbácea, podendo estar associada a um solo hidromórfico, com predomínio de musgos e gramíneas.

3.2.2 Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma do país em área, apenas superado pela Floresta Amazônica, e ocupa mais de 2.000.000 km², o que representa cerca de 23% do território brasileiro (Ribeiro & Walter 1998). O Cerrado abrange como área contínua, o Distrito Federal e os estados de Goiás, Tocantins, Rondônia, Bahia, Ceará, Piauí, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais (Ribeiro & Walter 1998), além de uma área no Paraná.

A vegetação do Bioma do Cerrado não possui uma fisionomia única em toda a sua extensão; apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter 1998). A flora do Cerrado é característica e diferenciada dos biomas adjacentes, embora muitas fisionomias compartilhem espécies com outros biomas. Além do clima, da química e física do solo, da disponibilidade de água e nutrientes, e da geomorfologia e altitude, a distribuição da flora é condicionada pela latitude, frequência de

queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo e inúmeros fatores antrópicos (aberturas de áreas para atividade agropecuária, retirada seletiva de madeira, queimadas como manejo de pastagens, etc.). (Ribeiro & Walter 1998).

Podemos distinguir dois estratos na vegetação dos Cerrados: o estrato lenhoso, constituído por árvores e arbustos, e o estrato herbáceo, formado por ervas e subarbustos. Troncos e ramos tortuosos, súber espesso, macrofilia e esclerofilia são características da vegetação arbórea e arbustiva. O sistema subterrâneo dessas plantas é dotado de longas raízes pivotantes, que atingem grandes profundidades no solo, possibilitando o suprimento de água até mesmo na época seca. Já a vegetação herbácea e subarbustiva, formada também por espécies predominantemente perenes, possui órgãos subterrâneos de resistência, como bulbos, xilopódios, etc., que lhes garantem sobreviver à seca e ao fogo. Suas raízes são geralmente superficiais, indo até pouco mais de 30 cm. Os ramos aéreos são anuais, secando e morrendo durante a estação seca (Ratter et al. 1997; Ribeiro & Walter, 1998).

Nas últimas décadas o Cerrado tem sofrido grande redução de sua área, colocando em risco a existência das espécies. A expansão urbana e agrícola, o desmatamento e o extrativismo predatório, bem como as atividades decorrentes do processo de crescimento populacional, têm produzido resultados cada vez mais danosos gerando principalmente degradação, fragmentação e perda da diversidade. O Cerrado, por ocupar terrenos planos de solos profundos que são propícios à agricultura mecanizável, está desaparecendo, tendo em vista as boas condições físicas do solo para abrigar construções civis e outras atividades antrópicas (Santos & Vieira, 2005). Mitermeyer et al. (2000) estimaram que 67% das áreas de Cerrado são consideradas como “altamente modificadas” e apenas 20% encontram-se em seu estado original.

3.2.2.1 Campo

As formações campestres do cerrado podem ser divididas em Campos Limpos e Campos Sujos. Os campos limpos são um tipo de vegetação predominantemente herbáceo, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Pode ser encontrado em diversas posições topográficas, com diferentes variações no grau de umidade, profundidade e fertilidade do solo. Entretanto, é encontrado com mais freqüência nas encostas, nas chapadas, nos olhos d'água ou circundando as Vegetações Ciliares. O Campo Sujo é um tipo de vegetação tipicamente herbáceo-arbustivo, constituído muitas vezes por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado Sentido Restrito. É encontrado em solos

rasos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pouca extensão, ou ainda em solos profundos e de baixa fertilidade.

3.2.2.2 Cerrado Sentido Restrito

O Cerrado Sentido Restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após queima ou corte. Na época chuvosa as camadas subarbusiva e herbácea tornam-se exuberantes, devido ao seu rápido crescimento. Os troncos das plantas lenhosas em geral possuem cascas com cortiça espessa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais (responsáveis pelo crescimento dos vegetais) de muitas espécies são protegidas por densa quantidade de pêlos. As folhas em geral são rígidas e com consistência de couro. Esses caracteres indicam adaptação a condições de seca (xeromorfismo).

Devido à complexidade dos fatores condicionantes (clima, fertilidade do solo, quantidade de chuvas, etc.) originam-se subdivisões fisionômicas do Cerrado Sentido Restrito, sendo as principais o Cerrado Denso, o Cerrado Típico, o Cerrado Ralo e o Cerrado Rupestre.

✓ Cerrado Típico

É um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo com cobertura arbórea de 20% a 50% e altura média de três a seis metros. Trata-se de uma forma comum e intermediária entre o Cerrado Denso e o Cerrado Ralo.

✓ Cerrado Ralo

É um subtipo de vegetação arbóreo-arbustivo com cobertura arbórea de 5% a 20% e altura média de dois a três metros. Representa a forma mais baixa e menos densa de Cerrado sentido restrito. O estrato arbustivo-herbáceo é mais destacado.

3.3 Estado de conservação da vegetação da Bacia do rio Sapucaí

As atividades humanas modificam os ambientes naturais e provocam diversos impactos na biota. Um dos principais impactos da expansão urbana e principalmente agrícola é a supressão da vegetação nativa. Além da perda imediata de espécies da fauna e da flora, o

desmatamento pode gerar a perda de nutrientes no solo, erosões, perda de qualidade da água, diminuição de vazão de rios, contaminação de lençóis freáticos e diversos outros impactos que diminuem a qualidade de vida humana e geram perda de biodiversidade.

Ao longo de sua história, Minas Gerais sofreu um intenso desmatamento de seus ecossistemas naturais mais representativos. A expansão urbana e de infra-estrutura, além das principais atividades econômicas realizadas no estado (atividades agropecuárias, produção de matérias-primas e de insumos vegetais e produção mineral) no passado e atualmente, geraram e geram intensa pressão sobre as formações vegetais nativas. Esse modelo de ocupação não foge à regra do modelo de ocupação encontrado em todo o Brasil, e causa grandes alterações também na dinâmica do uso e ocupação do solo (Drummond et al. 2005). A grande diversidade biológica observada na região sul do estado de Minas Gerais, incluindo a bacia do rio Sapucaí, está fortemente comprometida devido ao processo de ocupação ocorrido na região, aliado a políticas pouco racionais de desenvolvimento. São descritos aqui os impactos ambientais sobre a vegetação observados na Bacia do rio Sapucaí, as Áreas Prioritárias para a Conservação e as Unidades de Conservação existentes nessa região, e por fim, são listadas áreas consideradas prioritárias para criação de Unidades de Conservação e para a preservação de mananciais.

3.3.1 Impactos sobre a vegetação na Bacia do rio Sapucaí

Devido ao histórico de colonização e ocupação do solo na Bacia do rio Sapucaí, grande parte da vegetação nativa foi removida e substituída por áreas de pastagens, culturas – principalmente culturas de café e milho – e mais recentemente, silviculturas. Outros impactos observados foram a ocupação e expansão urbana e a existência de estradas.

De todos os impactos observados sobre a vegetação na Bacia do rio Sapucaí, aqueles relacionados às Áreas de Preservação Permanente (APPs) são os que apresentam maior influência sobre o ciclo hidrológico e conseqüentemente sobre os recursos hídricos da bacia.

Segundo Gerdinitis *et al.* (2007), em um estudo realizado em dois municípios do estado de São Paulo e nos municípios mineiros de Camanducaia, Gonçalves e Sapucaí Mirim, comparando a realidade do uso e ocupação do solo e o Código Florestal brasileiro, apenas 64,20% das Áreas de Preservação Permanente de córregos e rios apresentavam-se, no ano de 1993, cobertas com florestas autóctones; 27,12% da área de APPs apresentava uso agropastoril e 8,55% dessas áreas estavam ocupadas com reflorestamentos, sendo o

restante ocupado por manchas urbanas e corpos d'água. Quando levado em conta as áreas superiores a 1800m de altitude, 94% apresentavam-se cobertas por vegetação autóctone.

Nesse estudo observou-se que a realidade da maior parte da Bacia do rio Sapucaí atualmente já é bem diferente do observado por Gerdinitis *et al.* (2007), havendo uma diminuição da cobertura de vegetação autóctone e um maior desrespeito ao Código Florestal. Segundo essa lei, em seu artigo 1º, parágrafo 2º, as Áreas de Preservação Permanente servem ao propósito de “preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

As APPs existentes na Bacia do rio Sapucaí constituem atualmente de formas de vegetação existentes ao longo dos cursos d'água; ao redor de lagoas, lagos e reservatórios (artificiais ou naturais); em nascentes ou olhos d'água; em topos de morros, montes, montanhas e serras; em encostas com declividade superior a 45º e em áreas com altitude superior a 1.800 metros.

3.3.1.1 Vegetação ciliar e nascentes

Segundo o Código Florestal brasileiro, são Áreas de Preservação Permanente (APPs) a vegetação no entorno dos cursos d'água, cujo tamanho varia de acordo com a largura do rio (Tabela 7) e as nascentes ou olhos d'água, cuja APP corresponde a um raio mínimo de 50 metros. Nessas vegetações não deve haver nenhum tipo de uso ou ocupação do solo que não seja a preservação da vegetação nativa, sendo vetada a exploração florestal. Ao redor de lagoas, lagos e reservatórios d'água naturais ou artificiais a vegetação também deve ser preservada.

Tabela 7 – Áreas de Preservação Permanente em beiras cursos d'água

Largura do curso d'água	Faixa mínima de vegetação a ser mantida
Até 10 metros	30 metros
10 metros – 50 metros	50 metros
50 – 200 metros	100 metros
200 – 600 metros	200 metros
Mais de 600 metros	500 metros

Na Bacia do rio Sapucaí, as áreas de preservação permanente associadas a cursos d'água encontram-se em sua maioria bastante degradadas. Em alguns pontos essa vegetação foi totalmente substituída por pastagens e em outros ela se encontra bastante degradada (Fotos 11 a 14).

Na região do Alto Sapucaí a Vegetação Ciliar e as nascentes apresentam-se em melhor estado de conservação do que as demais áreas da Bacia, especialmente nas regiões montanhosas, mas muitas áreas encontram-se degradadas e até ocupadas com reflorestamentos, especialmente pinus e eucalipto.

As regiões do Médio e baixo Sapucaí são as que apresentam maior impacto na vegetação. Nessas regiões observa-se culturas e pastagens ocupando as margens de rios e várzeas (Foto 11 e 14). Na região do Médio Sapucaí ainda se observam muitos cultivos de arroz e áreas de pastagens nas várzeas do rio, onde foram construídas pequenas barragens e contenções, modificando a dinâmica da várzea e a Vegetação Ciliar.

Nas áreas urbanas em geral, em especial nas maiores cidades, as APPs de cursos d'água foram substituídas por construções como casas, loteamentos, indústrias, etc (Foto 12). Também nessas áreas observou-se a substituição da Vegetação Ciliar por espécies exóticas como bambus (Foto 14).

Nas zonas rurais em geral as APPs de curso d'água se apresentam em sua maioria suprimidas e substituídas por culturas e pastagens, e em muitas áreas não existe ao menos uma árvore na área onde deveria estar a Vegetação Ciliar (Fotos 11 e 14).



Fotos 11 e 12 – Vegetação Ciliar substituída por pastagens e áreas urbanas



Fotos 13 e 14 – Vegetação Ciliar substituída por plantios de arroz e espécies exóticas

Outro impacto grave decorrente desse tipo de ocupação da Vegetação Ciliar é a utilização de agrotóxicos nas culturas. Além da contaminação do lençol freático através da infiltração no solo, o fato dessas culturas estarem tão próximas dos cursos d'água faz com que esses produtos contaminem facilmente, tornando a água imprópria para consumo humano e animal. Além disso, herbicidas causam grandes impactos na vegetação nativa, e pesticidas podem provocar o surgimento de linhagens de animais resistentes e dar origem a pragas que podem atingir não só as culturas como a vegetação nativa.

A proteção da vegetação das Áreas de Preservação Permanente de cursos d'água, lagos, lagoas, reservatórios e nascentes deve ser prioridade quando se considera a preservação e a melhoria da qualidade dos recursos hídricos. Sem a vegetação protetiva no entorno das nascentes, por exemplo, existe uma tendência à diminuição da quantidade de água aflorando, especialmente se essa é substituída por pastagens, onde o pisoteamento por criações pode gerar compactação do solo. Nesses casos, também os reflorestamentos podem contribuir para a obstrução de nascentes.

Já nos cursos d'água, a presença da Vegetação Ciliar nativa pode evitar ou diminuir enormemente o carreamento dos sedimentos, diminuindo a contaminação da água por agrotóxicos e outros contaminantes. Além disso, com a menor erosão das margens dos cursos d'água e menor carreamento de sedimentos, diminui-se a velocidade do processo de assoreamento das calhas dos rios, especialmente os de maior porte.

3.3.1.2 Topos de morros, montes, montanhas e serras

No geral os topos de morros, montes, montanhas e serras na Bacia do rio Sapucaí apresentam-se razoavelmente conservados. Na região do Baixo e Médio Sapucaí existe uma maior ocupação dos topos de morros por pastagens e culturas (Foto 15). No Alto Sapucaí essa vegetação encontra-se mais presente, especialmente nas regiões montanhosas de difícil acesso.

A presença de vegetação nativa nas Áreas de Preservação Permanente – APP (ex: áreas de encostas com declividade superior a 45°), possibilita uma infiltração mais lenta e maior das águas pluviais, proporcionando a manutenção dos lençóis freáticos.

Por este motivo, as áreas de topos de morros, montes, montanhas e serras são, em geral, consideradas áreas de recarga de aquíferos. A conseqüente redução do escoamento superficial protege os terrenos declivosos das erosões que provocam o carreamento de sedimentos e empobrecimento dos solos.

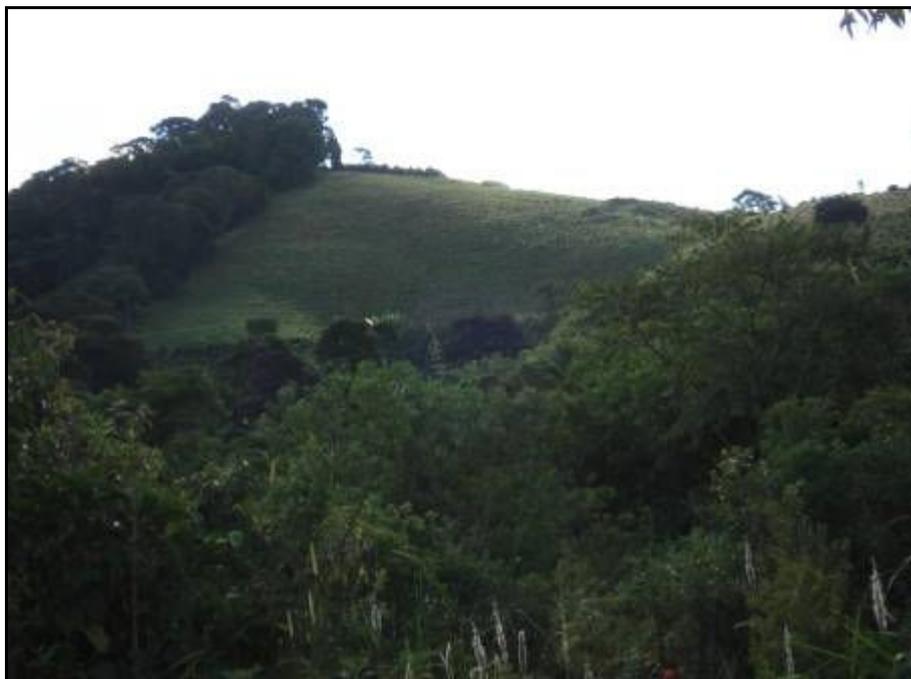


Foto 15 – APP's de topo de morro substituídas por culturas

3.3.1.3 Encostas com declividade superior a 45°

Na maior parte da bacia, no Alto, Médio e Baixo Sapucaí observa-se a utilização dos solos de encostas com declividade superior a 45° para plantios, principalmente de café (Foto 16) e batata, além de pastagens. A ocupação dessas encostas com agropecuária provocam

erosões que comprometem a qualidade do solo e a estabilidade dessas, contribuindo também para o assoreamento dos cursos d'água e a impermeabilidade do solo às águas pluviais. A preservação da vegetação nativa nessas e em todas as outras Áreas de Preservação Permanente – APP's supra-citadas é de fundamental importância para evitar que haja a diminuição das calhas dos rios e a perda em qualidade e quantidade das águas dos lençóis freáticos que abastecem toda a Bacia do rio Sapucaí, conservando assim a disponibilidade dos recursos hídricos.



Foto 16 – APPs de topo de morro substituídas por culturas

3.3.1.4 Áreas com altitude superior a 1.800 metros

As áreas com altitude superior a 1.800 metros na Bacia do rio Sapucaí encontram-se na região do Alto Sapucaí, na Serra da Mantiqueira, e em geral encontram-se com a vegetação nativa preservada. Essa vegetação corresponde a Campos de Altitude, Afloramentos rochosos e Floresta Ombrófila Densa e Mista. A preservação dessas áreas é de extrema importância, visto que correspondem às nascentes primárias de córregos que abastecem os afluentes do rio Sapucaí.

3.3.2 Áreas Prioritárias para Conservação

A Bacia do rio Sapucaí abriga dentro de seus limites diversas Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade e da Flora (Drummond *et al.* 2005). Às Áreas Prioritárias

para a Conservação da Biodiversidade, incluindo todos os grupos de fauna e flora, são duas: a região da Serra da Mantiqueira e a região das Várzeas do rio Sapucaí (Figura 8).

A região da Serra da Mantiqueira é considerada de importância biológica “Especial” e na Bacia do rio Sapucaí abrange áreas dos municípios de Sapucaí Mirim, Camanducaia, Munhoz, Gonçalves, Paraisópolis, Córrego do Bom Jesus, Cambuí, Brasópolis, Venceslau Brás, Delfim Moreira, Piranguinho, Conceição dos Ouros, Maria da Fé, Marmelópolis, Passa-Quatro, Virgínia, Itajubá e Piranguçu. Essa região é considerada uma Área Prioritária por abrigar uma alta riqueza de espécies de fauna e flora raras, endêmicas e ameaçadas. As pressões antrópicas nessa região são os desmatamentos, o uso de agrotóxicos e turismo desorganizado (Drummond *et al.* 2005). Nessa área é indicado a criação de Unidades de Conservação, realização de Plano de Manejo, promoção de educação ambiental e realização de inventários.

Já a região das Várzeas do Rio Sapucaí é considerada de importância biológica “Alta”. Abrange áreas dos municípios São Gonçalo do Sapucaí, Machado, Cordislândia, Elói Mendes, Paraguaçu e Turvolândia. Compreende o rio Sapucaí, sua Vegetação ciliar e várzeas remanescentes e é Prioritária para a Conservação por abrigar espécies migratórias de peixes. As pressões antrópicas nessa Área Prioritária para a Conservação são a agricultura, expansão urbana, desmatamento e barragens (Drummond *et al.* 2005). Nessa área é indicado a criação de Unidades de Conservação.

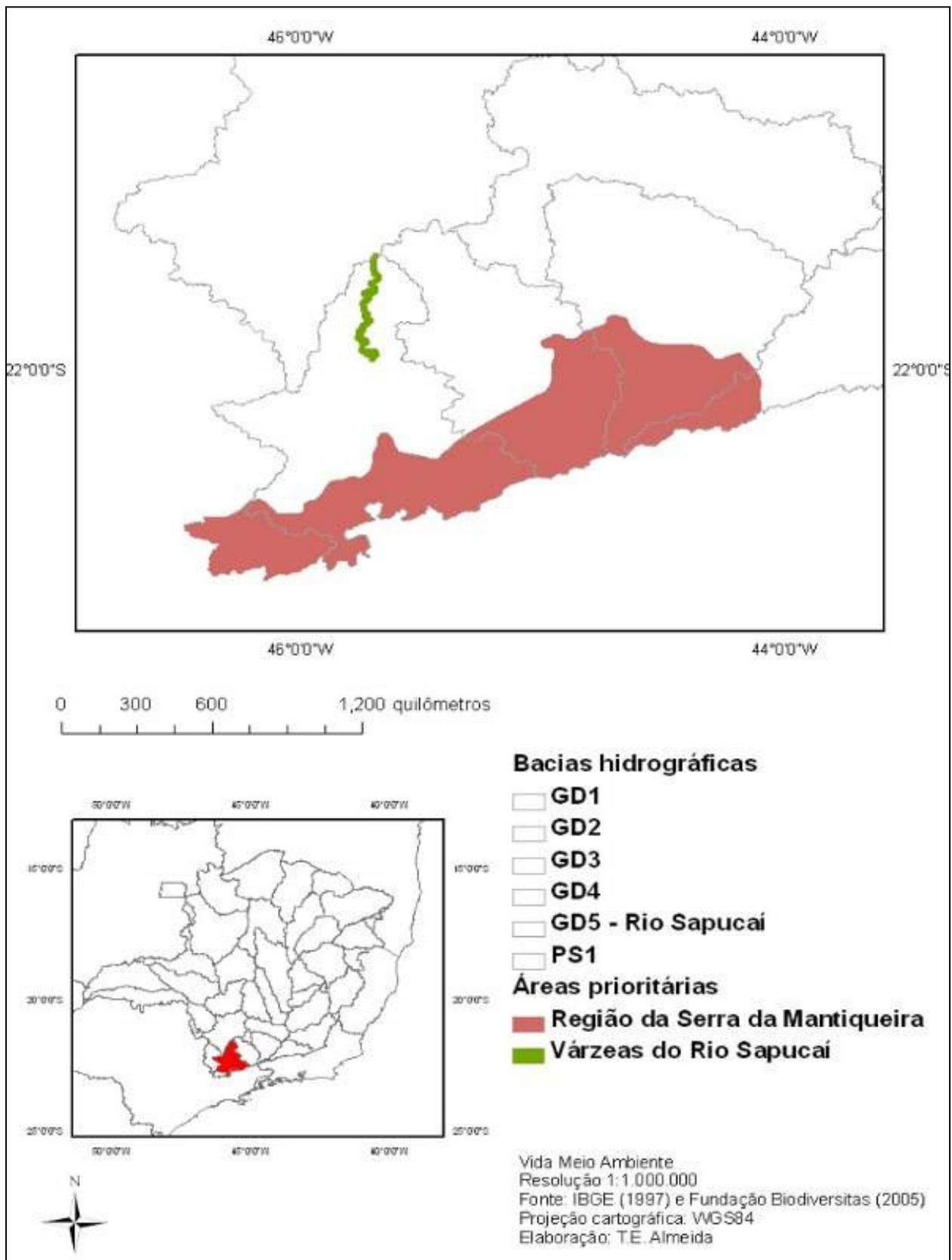


Figura 8 – Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na bacia do rio Sapucaí

Já as Áreas Prioritárias para Conservação da Flora são cinco: a Região de Bocaina de Minas; a Região de Monte Verde/APA Fernão Dias; a Região de Pouso Alegre; a Região de Santa Rita do Sapucaí e a Serra da Pedra Branca (Figura 9).

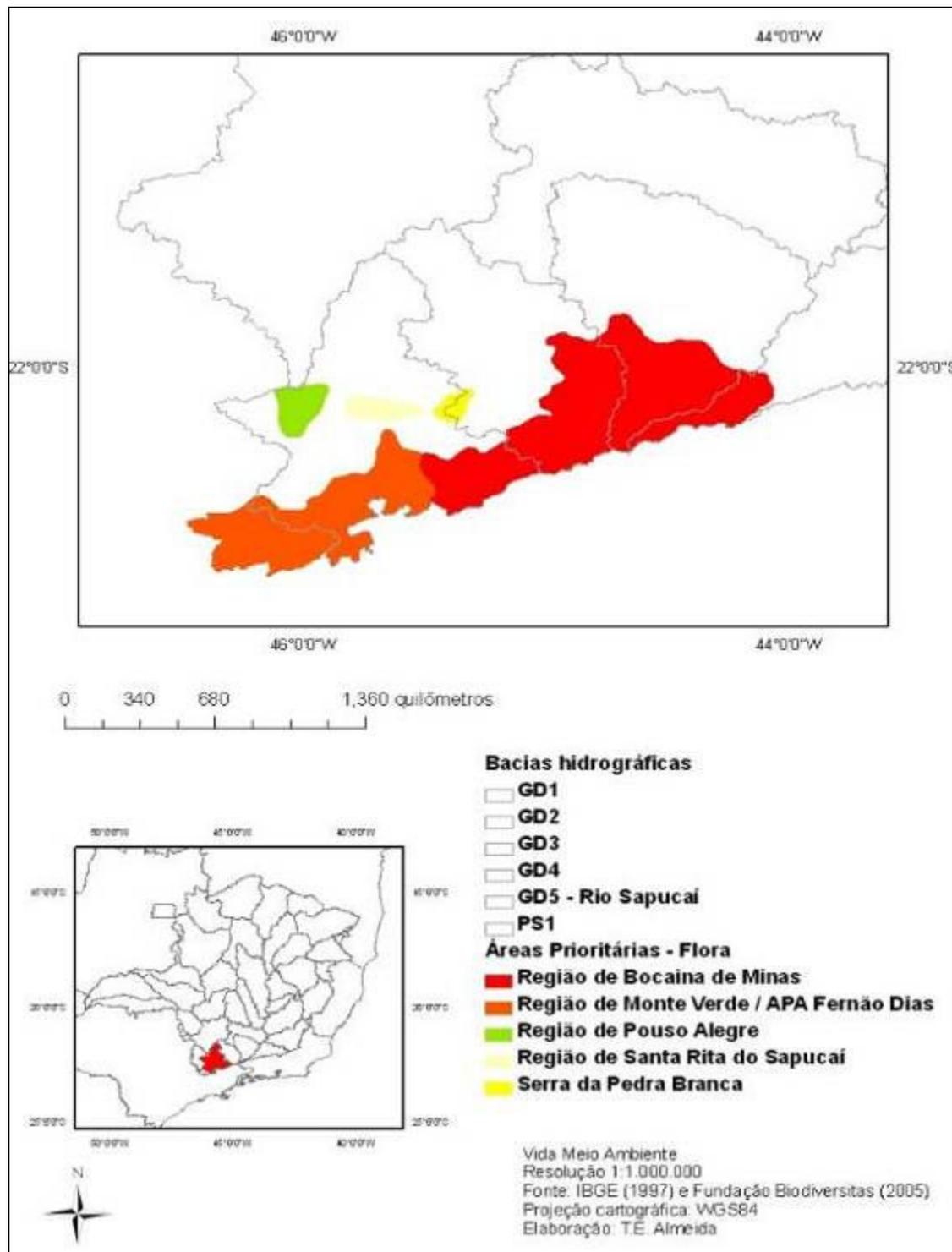


Figura 9 – Áreas prioritárias para a conservação da Flora na bacia do rio Sapucaí

A Região de Bocaina de Minas é considerada de importância biológica “Extrema”. Na Bacia do rio Sapucaí, abrange áreas dos municípios de Delfim Moreira, Itajubá, Marmelópolis, Passa-Quatro, Venceslau Brás e Virgínia. Possui ambientes de Campos de Altitude, Afloramentos Rochosos, Florestas Ombrófilas Densa e Mista e manchas de Floresta Estacional Semidecidual. As pressões antrópicas sobre a área referem-se a expansão urbana, especulações imobiliárias e a existência de monoculturas, especialmente reflorestamentos de eucalipto e pinus. A recomendação para essa Área Prioritária é a criação de Unidades de Conservação (Drummond *et al.* 2005).

A região de Monte Verde/APA Fernão Dias é considerada de importância biológica “Muito Alta”, e na Bacia do rio Sapucaí abrange áreas dos municípios de Camanducaia, Sapucaí-Mirim, Gonçalves, Paraisópolis, Munhoz, Brasópolis, Córrego do Bom Jesus, Cambuí, Consolação, Piranguinho, Conceição dos Ouros e Piranguçu. As principais pressões antrópicas nessa região são a agropecuária, os reflorestamentos, expansão urbana, especulação imobiliária e o turismo desorganizado. A recomendação para essa Área Prioritária é a criação e a execução de um Plano de Manejo (Drummond *et al.* 2005).

A Região de Pouso Alegre é considerada “Potencial Importância Biológica” e abrange áreas dos municípios de Borda da Mata, Congonhal, Espírito Santo do Dourado e Pouso Alegre. As pressões antrópicas sobre esta área referem-se, principalmente, ao desmatamento e à agricultura e os remanescentes florestais existentes na região estão restritos a fragmentos isolados. A região de Santa Rita do Sapucaí também é considerada “Potencial Importância Biológica” e abrange áreas dos municípios de São Sebastião da Bela Vista e Santa Rita do Sapucaí. As principais pressões antrópicas nessa área são o desmatamento e a agropecuária. Para ambas as áreas é recomendado a realização de inventários para melhoria do conhecimento da flora da região e de seu estado de conservação (Drummond *et al.* 2005).

Já a Serra da Pedra Branca, considerada de importância biológica “Alta”, abrange áreas dos municípios de Conceição dos Ouros, Cristina e Pedralva. Esta área sofre ação antrópica intensa pela agropecuária, pela exploração de madeira e pelo turismo descontrolado. A recomendação para essa Área Prioritária é a criação de Unidades de Conservação (Drummond *et al.* 2005).

3.3.3 Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação são reservas naturais protegidas, que podem apresentar dois objetivos diferentes: a preservação integral dos recursos naturais (Unidades de Proteção Integral ou de Uso Indireto) e a conservação com o manejo controlado dos recursos (Unidades de Uso Sustentável ou de Uso Direto). Elas podem ser de domínio público ou privado e estar sob jurisdição federal, estadual ou municipal (Camargos, 2001).

As Unidades de Conservação existentes na bacia do rio Sapucaí podem ser divididas em Unidades de Conservação de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. As que se enquadram na primeira categoria são o Parque Municipal do Brejo Grande, o Parque Municipal de Pouso Alegre, a Reserva Biológica Municipal de Pouso Alegre, a Reserva Biológica Municipal Serra dos Toledos e a Reserva Particular do Patrimônio Natural Cambuí Velho, e as que se enquadram na segunda categoria são as Áreas de Proteção Ambiental Mantiqueira e Fernão Dias (Tabela 9). Existem ao todo na Bacia do rio Sapucaí, 1.689,68 há de áreas protegidas em Unidades de Conservação de Proteção Integral (Tabela 8) e 455.493 há em Área de Proteção Ambiental (Tabela 9).

Tabela 8 – Unidades de Conservação de Proteção Integral existentes na Bacia do rio Sapucaí

Nome	Município	Criação	Área (há)
Parque Municipal do Brejo Grande	Paraisópolis	Lei 907 – 06/08/1980	218
Parque Municipal de Pouso Alegre	Pouso Alegre	Lei 3411 – 11/03/1998	204
Reserva Biológica Municipal de Pouso Alegre	Pouso Alegre	Lei 3412 – 13/03/1998 e Processo s/n – 29/01/1999	186
Reserva Biológica Municipal Serra dos Toledos	Itajubá	Lei 1211 – 05/06/1979 e Lei 2088 – 1996	1072
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Cambuí Velho	Cambuí	Portaria 120 (IEF/MG) – 28/10/2003	9,68
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Cambuí Velho	Cambuí	Portaria 120 (IEF/MG) – 28/10/2003	9,68

Tabela 9 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável existentes na Bacia do rio Sapucaí

Nome	Municípios na área da Bacia	Criação	Área (há)
APA Serra da Mantiqueira	Delfim Moreira, Marmelópolis, Passa Quatro, Piranguçu, Venceslau Brás e Virgínia	Lei 907 – 06/08/1980	275.120
APA Fernão Dias	Brasópolis, Camanducaia, Gonçalves, Paraisópolis e Sapucaí-Mirim	Lei 3411 – 11/03/1998	180.373

3.3.4 Zoneamento ecológico-econômico de Minas Gerais

O Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais (Scolforo *et al.* 2008) apresenta dados relevantes sobre a flora do Estado. O mapa síntese de Integridade da Flora, que representa as áreas que ainda apresentam certa integridade ecológica, mostra que as regiões montanhosas da Bacia do rio Sapucaí, especialmente na região sul da bacia (Alto Sapucaí) apresenta Integridade Alta e Muito Alta. Nas demais regiões da bacia, em especial no Médio e Baixo Sapucaí, observa-se Integridade da Flora Muito Baixa, com áreas pontuais de Integridade Média Alta e Muito Alta.

Além disso, o mapa que representa as Áreas Prioritárias para a Recuperação mostra que a região do Baixo e Médio Sapucaí apresentam Prioridade de Recuperação Muito Alta e Alta, sendo Baixa e Muito Baixa em apenas algumas áreas pontuais nessas regiões da Bacia do rio Sapucaí. Já no Alto Sapucaí, em geral, a Prioridade de Recuperação varia de Média a Muito Baixa (Scolforo *et al.* 2008).

Esses dados mostram que a Bacia do rio Sapucaí abriga áreas que preservam de forma representativa a flora, em especial na região do Alto Sapucaí, e que as regiões do Médio e Baixo Sapucaí apresentam uma flora mais impactada, quando não está inteiramente ausente, e que por isso são áreas que precisam de um esforço de recuperação da flora nativa.

3.3.5 Áreas Prioritárias para criação de Unidades de Conservação e Preservação de Mananciais

A existência de diversas Áreas Prioritárias para a Conservação, ocupando uma área tão grande em relação à área total da Bacia do rio Sapucaí reflete a enorme biodiversidade existente nessa região e as ameaças existentes sobre essa decorrente das pressões antrópicas nessa região (Figuras 8 e 9). Segundo Drummond *et al.* (2005), entre os anos de 1998 e 2003, a maior queima em áreas agrícolas em Minas Gerais foi registrada na região Sul do estado. Além disso, a região Sul foi a que apresentou a segunda menor área plantada, enriquecida e regenerada de nascentes, no mesmo período.

As Unidades de Conservação existentes na Bacia do rio Sapucaí não abrangem as cinco Áreas Prioritárias para Conservação da Flora localizadas nessa Bacia (Figura 9). Além disso, o número e a área das Unidades de Conservação existentes na área da Bacia é

insuficiente para conservação da flora, visto que existem inúmeras espécies ameaçadas de extinção e endêmicas, especialmente nas regiões montanhosas. As Áreas de Proteção Ambiental não são levadas em conta nessa análise, visto que essas não restringem a utilização dos recursos florestais, fator preponderante de pressão sobre a vegetação local.

Assim consideram-se áreas prioritárias para a criação de Unidades de Conservação na Bacia do rio Sapucaí as regiões destacadas na Figura 9: na região de Bocaina de Minas, nos municípios de Venceslau Brás, Cristina e especialmente no município de Delfim Moreira, nas regiões montanhosas da Serra da Mantiqueira onde ainda existem fragmentos florestais consideráveis, abrangendo diversas nascentes e cursos d'água que abastecem os afluentes do rio Sapucaí; na região de Monte Verde / APA Fernão Dias, especialmente nos municípios de Brasópolis, Gonçalves, Sapucaí-Mirim e Piranguinho, também em regiões que abrangem extensos fragmentos florestais de vegetação nativa; na região de Pouso Alegre e de Santa Rita do Sapucaí, tanto nas regiões em topos de morros e montanhas quanto nas várzeas, protegendo formações florestais pouco estudadas, e além disso recuperando algumas dessas áreas; e finalmente a região da Serra da Pedra Branca.

Destaca-se que o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade está propondo a criação da Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Nacional Altos da Mantiqueira (PNAM) (ICMBio-MMA 2009) . Essa UC se localiza na Serra da Mantiqueira, nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, sendo que no último englobará áreas dos municípios de Delfim Moreira, Itamonte, Itanhandu, Marmelópolis, Passa Quatro e Virgínia. A área total proposta do Pnam em Minas Gerais é de 28.548,9 há e cerca de 60% dessa área compreende APPs, principalmente topos de montanha, áreas acima de 1.800 metros e margens de rios, córregos e etc. A criação dessa Unidade de Conservação auxilia na preservação dos recursos hídricos em áreas de nascente e manutenção desses, além da conservação da flora na Bacia do rio Sapucaí.

Além disso, são áreas prioritárias para preservação dos mananciais do rio Sapucaí, além das Áreas de Preservação Permanente e das áreas serranas citadas anteriormente, áreas de topos de morro e encostas e áreas de várzea, especialmente no Médio e Baixo Sapucaí.

Propõe-se aqui, prioritariamente, a criação de Unidades de Proteção Integral nas áreas indicadas. Um instrumento importante para a efetivação e implementação dessas Ucs de forma a minimizar os conflitos decorrentes com proprietários de terra e as comunidades em geral é o incentivo à criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs). Áreas naturais protegidas estabelecidas em terrenos privados tem se constituído uma

importante ferramenta para conservação da biodiversidade, sempre complementar aos esforços públicos. Este processo tem sido considerado pela comunidade conservacionista como uma alternativa inovadora para a proteção da biodiversidade in situ, dada a crescente destruição de habitats, especialmente nos trópicos. Segundo Morsello (2001), estas unidades de conservação além de auxiliarem os esforços de conservação, se justificam tanto dos pontos de vista ecológico e econômico quanto político e institucional.

Essa política não substitui a criação de Ucs por parte do poder público, visto que as RPPNs em geral não são criadas com áreas muito grandes e ainda não se sabe ao certo qual seria o tamanho ou área mínima para que os fragmentos florestais tenham auto-sustentabilidade (Zaú, 1998).

Outro aspecto importante a ser considerado no esforço de criação de áreas protegidas é o incentivo de criação de RPPNs e/ou manutenção de Reservas Legais nos entornos de Unidades de Conservação e nas áreas de ligação entre as diferentes áreas de preservação.

A preservação da vegetação em todas as Áreas de Preservação Permanente, nas áreas prioritárias para preservação de Manancias e para conservação da Flora proporcionará uma manutenção do ciclo hidrológico na Bacia do rio Sapucaí, com uma melhoria da quantidade e qualidade da água, assim como a conservação da biota e da qualidade de vida humana.

4. DIAGNÓSTICO DOS ASPECTOS DA FAUNA

4.1 Fauna associada à Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí.

No estado de Minas Gerais são identificados três biomas: Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. A Mata Atlântica e o Cerrado são áreas onde podem ser encontrados relevantes índices de endemismo e alta diversidade biológica. Portanto, é imprescindível o estabelecimento de estratégias eficientes de conservação para estas áreas. Para realizar o diagnóstico dos aspectos de fauna em nível de detalhamento necessário na avaliação quantitativa e qualitativa das disponibilidades hídricas da bacia, a metodologia aplicada constitui-se em visitas a Universidades para levantamento bibliográfico e conversas com professores da academia, em busca de estudos relacionados à Avifauna, Herpetofauna, Mastofauna e principalmente Ictiofauna, devido a sua importância econômica, social e ambiental. No segundo momento, foram realizadas entrevistas com moradores locais de algumas cidades que compõe a bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, localizadas no Baixo, Médio e Alto Sapucaí, possibilitando acrescentar as informações acadêmicas à sabedoria popular que de alguma forma utilizam a bacia para sua sobrevivência.

4.1.1 Avifauna

Para a elaboração deste relatório, foram considerados entre seus objetivos, o levantamento de informações bibliográficas sobre a ecologia de aves em ambientes fragmentados do Cerrado e informações sobre a distribuição de aves e a distribuição de espécies florestais, além de discutir a importância de corredores ecológicos na distribuição de avifauna em ambientes fragmentados. Como principal referência utilizou-se a tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de Doutor. Corrêa, Bruno Senna. Avifauna em fragmentos florestais e corredores ecológicos no município de Lavras – Minas Gerais./Bruno Senna Corrêa. – Lavras: UFLA, 2008.

A avifauna do Cerrado engloba diversas espécies residentes e migratórias, que estabelecem comportamentos específicos ao longo das estações do ano. Tais comportamentos como o tipo de forrageamento e a procura de espaço para abrigo e nidificação, permitem observar diferentes grupos de aves ao longo do ano: insetívoros, na primavera e verão; granívoros e frugívoros com distribuição sazonal; onívoros durante todo o ano (Sick, 2001).

A distribuição das comunidades de aves do cerrado, também está relacionada aos gradientes topográfico e vegetacional. Observam-se grupos de aves generalistas que apresentam ampla distribuição e dieta diversificada, e grupo de especialistas, dependentes de ambientes não antropizados, como as espécies florestais, de dieta e comportamento específicos (Sick, 2001).

A diversidade de aves do Cerrado engloba cerca de 856 espécies, distribuídas em 64 famílias, incluindo residentes, migrantes altitudinais e migrantes dos hemisférios Norte e Sul (CBRO, 2007). O Cerrado apresenta 36 espécies endêmicas (Silva, 1995; Cavalcanti, 1999; Silva & Batters, 2002; Lopes, 2004), um total de 48 táxons ameaçados (IBAMA, 2003; IUCN, 2007) 14 táxons endêmicos do Bioma e 14 táxons endêmicos do Brasil (IBAMA, 2003; IUCN, 2007). A sua distribuição, entre outros está associada à grande variedade de frutos, ocorrência de abrigos naturais e clima (Barbosa & Schmiz, 1998). Para o estado de Minas Gerais, segundo Collar *et al.* (1994), das 780 espécies presentes, 83 fazem parte da lista de espécies ameaçadas do estado Deliberação 041/95.

Em relação à avifauna do cerrado, Antas (1999) observou variações na densidade populacional de aves em dois ambientes do Cerrado, associadas a alterações ambientais no ecossistema (precipitação pluviométrica, permeabilidade da matriz). Entretanto, nesse estudo observou-se que mecanismos de metapopulações poderiam estar atuando nessas comunidades, levando em consideração a distribuição das fitofisionomias em mosaico com outras vegetações.

Diversos motivos levaram à inclusão de aves na lista de espécies ameaçadas de Minas Gerais. Os motivos e o número de espécies de cada categoria envolvem entre outros fatores a distribuição de habitats, a ocorrência de pequenas populações e/ou isoladas, a exploração predatória, a área de distribuição restrita, o comportamento nomádico, a presença de populações em declínio e ausência de registros por mais de 50 anos. Essa análise revela que a destruição de habitats é o fator que mais afeta a avifauna de Minas Gerais (Collar *et al.*, 1994).

No Cerrado, observa-se a redução da quantidade de insetos no inverno (estação seca), seguida de um aumento gradual na primavera e verão, com a chegada das chuvas (Cavalcanti, 1990). Dessa forma, migrações de tiranídeos insetívoros, são vistas como estratégias oportunistas, com espécies de aves invadindo os cerrados justamente na época de maior abundância de insetos. Esse recurso, embora temporário, é bastante rico. Insetos como himenópteros e térmitas produzem suas formas aladas reprodutivas, presas fáceis e abundantes, durante a primavera e o verão (Cavalcanti, 1990). A disponibilidade a reprodução dos adultos e a alimentação dos jovens. Ao final das chuvas, pode ser

observado um aumento da densidade populacional de aves, seguida de queda de densidade populacional de insetos. Essa redução na disponibilidade de insetos gera como resposta da avifauna, o processo de migração para outras regiões. As aves que permanecem nos cerrados a ano todo, aparentemente mantêm densidades mais baixas do que as migratórias, fato relacionado com a disponibilidade de alimento durante o ano. A abundância de frutos também varia sazonalmente, e durante a época chuvosa esses recursos são utilizados por tiranídeos e traupídeos (Cavalcanti, 1990).

O levantamento de espécies realizado pelo IEF – Instituto Estadual de Florestas, em 2008, gerando o documento “Caracterização da Avifauna, Herpetofauna e ictiofauna da reserva Biológica da Serra dos Toledos”, proporciona o apoio e benefícios na preservação dos seus ecossistemas. Assim, Itajubá orienta-se na Resolução SEMAD nº 318/2005 para atualização do cadastro da Unidade de Conservação conhecida como Reserva Biológica Serra dos Toledos, empenhando-se para que sejam cumpridos todos os requisitos e solicitações legais, que viabilizam a preservação ambiental no estado de Minas Gerais, cujo presente trabalho visa complementar.

Internacionalmente para classificar as espécies foram propostas categorias ameaçadas, baseadas em critérios adotados pela International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), referência mundial na elaboração das “Red Lists”. Os critérios IUCN buscam evidências relacionadas ao tamanho populacional das espécies, a extensão de suas áreas de distribuição e o isolamento ou declínio de suas populações.

Desta forma, a partir da bibliografia, bem como de entrevistas com moradores da região, as espécies de avifauna que podem ser encontradas nos ecossistemas encontrados no estado de Minas Gerais, principalmente na área de estudo deste trabalho encontra-se no Quadro 3.

Quadro 3 – Espécies de Avifauna encontradas na Bacia do Rio Sapucaí

Família	Nome Científico	Nome Popular
Accipitridae	<i>Buteo leucorrhous</i>	Gavião de rabadilha
	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavião pinhé ou Carijó
	<i>Leucopternis lacernulata</i>	Gavião Pomba
	<i>Spizauteus ornatus</i>	Gavião de penacho
	<i>Spizastur melanoleucus</i>	Gavião pato

Família	Nome Científico	Nome Popular
Alcedinidae	<i>Ceryle torquata</i>	Martim-pescador grande
	<i>Choroceryle americana</i>	Martim-pescador pequeno
Ardeidae	<i>Botaurus pinnatus</i>	Socó-boi-marrom
	<i>Tigrisoma liteatum</i>	Socó-boi-ferrugem
Caprimulgidae	<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	Juruva-verde
	<i>Caprimulgus candicans</i>	Bacurau-Branco
	<i>Caprimulgus longirostris</i>	Bacurau rupestre
	<i>Caprimulgus sericocaudatus</i>	Bacurau-cauda-de-seda
	<i>Nyctiphrynus ocellatus</i>	Bacurau-ocelado
Cariamidae	<i>Cariama cristana</i>	Seriema
Cathartidae	<i>Coragyps</i>	Urubu-preto
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-Quero
Columbidae	<i>Columba cayennensis</i>	Pomba-legítima ou Pomba
Cotingidae	<i>Calyptura cristata</i>	Tié-coroa ou Anambé-Mirin
Cracidae	<i>Crax fasciolata</i>	Mutum-pinima ou Mutum-de-
Cuculidae	<i>Neomorphus geoffroyi</i>	Jacu-estalo
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato
Coerebinae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Saí-de-beija-flor
Emberiziane	<i>Ammodramus humeralis</i>	Tico-Tico do campo
	<i>Arremon taciturnus</i>	Tico-Tico da Mata
	<i>Oryzoborus maximiliani</i>	Bicudo
	<i>Sicalis citrina</i>	Canário-rasteiro
	<i>Sicalis columbiana</i>	Canário-da-Terra
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-Tico-verdadeiro
Icterinae	<i>Cacicus haemorrhous</i>	Japiim-guaxe
	<i>Icterus cayanensis</i>	Encontro
	<i>Molothrus badius</i>	Asa-de-telha
Parulinae	<i>Basileuterus hypoleucus</i>	Pula-pula-pichito
	<i>Parula pitayumi</i>	Mariquita-do-sul

Família	Nome Científico	Nome Popular
Thraupinae	<i>Thraupis ornata</i>	Sanhaço-rei
	<i>Chlorophanes spiza</i>	Saí-verde
Thraupinae	<i>Dacnis nigripes</i>	Saí-de-perna-preta
	<i>Orthogonys chloricterus</i>	Sanhaço-de-bando
	<i>Tangara desmaresti</i>	Saíra-da-serra
	<i>Tersina viridis</i>	Saí-andorinha
	<i>Thraupis cyanoptera</i>	Sanhaço-da-terra
	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinza
	Estrilidae	<i>Estrilda astrild</i>	Bico-de-lacre
Falconidae	<i>Polyborus plancus</i>	Caracará
Fringillidae	<i>Carduelis magellanicus</i>	Pintassilgo-de-cabeça-preta

4.1.2 Mastofauna

A biodiversidade de Minas Gerais é favorecida pelo posicionamento geográfico do estado, que fornece diversidade geofísica. Composta por importantes bacias hidrográficas como São Francisco, Grande e outras, possui relevo com diferentes formas e solos com características específicas, possibilitando uma variedade de paisagens com ambientes que necessitam, ainda, de medidas de preservação (DRUMMOND *et al*, 2005).

A extensão da superfície de Minas Gerais, o clima, o relevo e as condições dos recursos do estado facilitaram o surgimento de uma composição vegetal bastante rica e diversificada. Apresentando cobertura vegetal com características de três biomas como citado anteriormente: a Mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga. Disso resulta uma riqueza de elementos da flora, com suas inúmeras formações fitoecológicas. Entretanto, a diversidade de paisagens mineiras encontra-se sob risco de ameaça. No decorrer da ocupação de Minas Gerais ocorreu um intenso desmatamento de suas florestas naturais mais importantes, como a Mata Atlântica e o Cerrado, com grande impacto causado pelas culturas de café, seguidas de extração de minério de ferro das florestas nativas de Minas Gerais (Fundação Biodiversitas, 2005).

Vários trabalhos objetivaram estudar a fauna de mamíferos da Mata Atlântica (Chiarello, 1999; Cullen Júnior *et al.*, 2003; Bernardo & Galetti, 2004), relacionando a abundância, a densidade, a ocorrência e a riqueza das espécies com o tamanho do fragmento florestal, a pressão de caça e a qualidade de habitat. Pesquisadores relatam a preocupação em relação

à fauna, pois, das 202 espécies de animais considerados na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção no Brasil, 171 são da Mata Atlântica. Os problemas ocorridos com a fauna são atribuídos à destruição da floresta, que subtrai o refúgio dos animais e as fontes naturais de sua alimentação (Redford & Eisenberg, 1992). Estes autores alertam para o surgimento de florestas vazias, nas quais vários fragmentos apresentam-se destituídos dos seus papéis ecológicos como florestas, sendo que apenas a preservação da vegetação não é suficiente para garantir a manutenção da fauna silvestre.

Para a construção do relatório de mamíferos foram utilizados estudos bibliográficos de trabalhos realizados nos municípios que compõem a Bacia do Sapucaí, tendo como principal referência a Dissertação de Lourdes Dias da Silva, de título Mamíferos de médio e grande porte em fragmentos florestais na Serra do Carrapato, Lavras/MG, de 2008, apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração: Ecologia e Conservação de Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre. Este estudo foi realizado com o objetivo de conduzir um levantamento das espécies de mamíferos de médio e grande porte e sua abundância em fragmentos e corredores de vegetação na Serra do Carrapato, Lavras, MG, no intuito de verificar se ocorre alteração na composição das espécies presentes em cada fragmento e relacioná-las com algumas características dos fragmentos. E desta forma, pôde-se obter uma lista (Quadro 4) das principais espécies ocorrentes na região.

Desta forma, esse estudo contribui ao entendimento das relações existentes entre o ciclo hidrológico da Bacia do Sapucaí, avaliando a riqueza e a abundância de espécies de mamíferos de médio e grande porte nos fragmentos, para se verificar se a riqueza e a abundância das espécies em cada fragmento têm relação com seu tamanho, determina a similaridade da fauna de mamíferos em relação à composição de espécies, compara a diversidade de fauna de mamíferos de médio e pequeno porte nos fragmentos estudados e principalmente relaciona a abundância total das espécies com as áreas secas e áreas aluviais.

Quadro 4 – Lista de espécies da mastofauna

Família	Nome Científico	Nome Popular
Didelphimorphia	<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-orelha-branca
	<i>Didelphis aurita</i>	Gambá-orelha-preta
Dasypodidae	<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu-de-rabo-mole
	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Tatu-galinha
	<i>Eupharactus sexcinctus</i>	Tatu-peba
Cebidae	<i>Callithrix penicillata</i>	Sagüi
Canidae	<i>Canis familiares</i>	Cão doméstico
	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguaritica
Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Quati
Erethizontidae	<i>Shigurus spp</i>	Ouriço-cacheiro
Suidae	<i>Sus scrofa</i>	Porco-doméstico
Bovidae	<i>Bos taurus</i>	Boi

4.1.3 Ictiofauna

Os peixes correspondem ao maior grupo de organismos do filo Vertebrata, com estimativas de ocorrência de cinco mil espécies, somente em águas continentais sul-americanas (Shafer, 1998; Reis *et al.*, 2003; Agostinho *et al.*, 2005). A maior parte desta diversidade encontra-se em águas brasileiras (Lowe-McConnell, 1987).

O Brasil é considerado um país megadiverso em relação à fauna de peixes de água doce, fato relacionado à grande diversidade e ao tamanho de suas bacias hidrográficas, abrigando 3.000 espécies de peixes de água doce. Além do grande número, uma parcela considerável das espécies é endêmica, ou seja, só ocorre no Brasil (DRUMMOND *et al.*, 2005). Assim, cinco ordens podem ser destacadas, em número de espécies ou abundância, nos ecossistemas aquáticos continentais: Characiformes, Siluriformes, Perciformes e Gymnotiformes (Lowe-McConnell, 1987; Agostinho *et al.*, 2007).

Minas Gerais pela sua posição geográfica possui um sistema hidrográfico que abrange a maior parte das bacias brasileiras, exceto a Amazônia. No Estado, as principais informações sobre a fauna de peixes têm sido obtidas através dos inventários realizados na calha principal, os quais são normalmente solicitados pelos órgãos ambientais durante o licenciamento para construção de usinas hidrelétricas. As lagoas marginais, as cabeceiras e

os pequenos afluentes têm sido explorados com menor intensidade. Algumas regiões particulares, como o complexo lacustre do médio rio Doce e os lagos da região cárstica do planalto de Lagoa Santa, por exemplo, foram parcialmente amostrados. Se, por um lado, os estudos promovidos para a construção das hidrelétricas permitem ampliar o quadro sobre a distribuição das espécies, por outro, a efetivação das barragens tem sido considerada a principal causa de impacto para a ictiofauna.

Os dados obtidos permitiram avaliar a composição da ictiofauna para sete bacias, das 15 consideradas na análise e indicação das áreas prioritárias. Em função de revisões taxonômicas publicadas recentemente e da atualização do banco de dados sobre os peixes que ocorrem no Estado, o número de espécies foi alterado em relação à versão anterior do Atlas desenvolvido pela Fundação Biodiversitas.

Minas Gerais abriga uma ictiofauna nativa estimada em 354 espécies, o que representa quase 12% do total encontrado no Brasil ($n = 3.000$) (McAllister *et al.*, 1997). Em relação à região Neotropical – 4.475 espécies de peixes de água doce –, esse percentual seria de 7,9%, conforme informações mais recentes (Reis *et al.*, 2003). A bacia do São Francisco apresenta o maior número de espécies (173), seguida das bacias do Paranaíba (103), Grande (88), Doce (64), Paraíba do Sul (55), Mucuri (51) e Jequitinhonha (35).

Um fator extremamente importante é a piracema, período fundamental para a reposição das espécies que vivem nos rios, barragens e represas do Estado. Os peixes de piracema também são conhecidos como peixes migradores e chegam a nadar centenas de quilômetros em poucos dias. A palavra piracema é de origem tupi e significa “subida do peixe”. Refere-se ao período em que os peixes buscam os locais mais adequados para desova e alimentação. O fenômeno acontece todos os anos, coincidindo com o início do período das chuvas, entre os meses de novembro e fevereiro. Ao fim desta época, as lagoas existentes às margens dos rios perdem contato com o curso d’água e as ovas ficam detidas. Nesses locais, as chances de sobrevivência dos alevinos (filhotes) são maiores, pois as águas são ricas em alimentos. Com as novas chuvas, as lagoas voltam a se conectar ao rio.

O Instituto Estadual de Florestas (IEF) publicou as portarias 197, 198 e 199, que regulamentam a pesca nas Bacias Hidrográficas do rio Grande, do rio Paranaíba, rio São Francisco e na Bacia Hidrográfica do Leste. A regulamentação disposta nas portarias diz respeito às normas para pesca no período da Piracema, época em que os peixes sobem para as cabeceiras dos rios para se reproduzirem.

A norma fixa o período de 1º de novembro de 2009 a 28 de fevereiro de 2010 para as restrições de pesca nas bacias definidas pelas portarias.

A pesca é uma atividade de subsistência e os pescadores amadores devem portar a carteira de pesca, que pode ser obtida nas unidades de atendimento do IEF em todo o Estado, ou pelo site do instituto. A carteira deve ser renovada anualmente. A campanha Pesca Legal que será realizada em todo o estado de Minas Gerais e vai até o dia 31 de julho de 2010.

A campanha visa o incentivo ao registro para a legalização de pessoas físicas e jurídicas que comercializem, explorem, industrializem, armazenem, fabriquem produtos e petrechos de pesca, animal aquático vivo ou abatido. Essas pessoas devem se registrar na unidade administrativa do Instituto Estadual de Florestas, de acordo com a legislação vigente.

Durante o período será proibida:

- ✓ Captura, porte, transporte, aquisição, armazenamento e comercialização de espécies de peixes nativos, bem como o porte, a guarda e o transporte de aparelhos, petrechos e equipamentos de pesca não autorizados pela Portaria de referência;
- ✓ Captura, guarda e o transporte de peixes **exóticos** (de outros países, introduzidas em águas brasileiras), **alóctones** (de outras bacias) e **híbridos** (cruzamentos de duas espécies) em quantidades superiores as permitidas. (tabela abaixo).
- ✓ A prática de métodos e técnicas não autorizadas, especialmente lambada, arrasto, batção, chuveirinho, atrativos luminosos, bem como a pesca subaquática e a utilização de materiais perfurantes e aparelhos fixos;
- ✓ Realização de torneios, gincanas e campeonatos de pesca nas bacias protegidas e em águas públicas, exceto àqueles autorizados pelos órgãos ambientais competentes;
- ✓ Pesca embarcada nos rios e de qualquer modalidade nas lagoas marginais, alagados, alagadiços, banhados, canais de ligação ou poços naturais, situados em áreas inundáveis, que apresentam comunicação com rios e demais ambientes hídricos, em caráter permanente ou temporário;
- ✓ Pesca no interior de Unidades de Conservação (UC); a 500 m de confluências e desembocaduras de rios, lagos, canais e tubulações de esgoto; a 1500 metros das barragens de reservatórios de usinas hidrelétricas, também de cachoeiras e corredeiras.

Exóticas:

Tilápias (*Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalli*), Bagre Africano (*Clarias gariepinus*), Catfish (*Ictalurus punctatus*), Carpa Comum (*Cyprinus carpio*), Carpa Espelho (*Cyprinus carpio specularis*), Carpa Capim (*Ctenopharyngodon idella*), Carpa Prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), Carpa Cabeçada (*Anstichtys nobilis*), Truta (*Oncorhynchus mykiss*), Black Bass (*Micropterus salmoides*).

Alóctones:

Tucunaré (*Cicla* spp.), Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Apaiari (*Astronotus ocellatus*), Pescada do Piauí ou Corvina (*Plagioscion squamosissimus*), Caranha Amarela ou Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Caranha Preta ou Pirapitinga ou Pacu (*Piaractus brachypomus*), Cachara ou Surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*), Trairão (*Hoplias lacerdae*), Piranha Vermelha (*Pygocentrus nattereri*), Piranha Preta (*Serrasalmus rhombeus*), Piranha (*Pygocentrus piraya*).

Híbridos:

Tambacu – Tambaqui X Pacu (*Piaractus masopotamicus* X *Piaractus brachypomus*)
Ponto e Vírgula – Pintado X Cachara (*Pseudoplatystoma corruscans* X *Pseudoplatystoma fasciatum*).

Autóctones:

Piranha (*Pygocentrus piraya*), Pirambeba (*Serrasalmus branditii*), Camboge ou Tamoatá (*Hoplosternum* sp e *Callichthys callichthys*), Porquinho (*Satanoperca pappaterra*), Zoiudo (*Geophagus surinamensis*), Sardinha-de-água-doce (*Triportheus angulatus*), Peixe Rei (*Odontesthes bonariensis*)

Assim, a partir da revisão bibliográfica, as espécies da ictiofauna que podem ser encontradas nos ecossistemas encontrados no estado de Minas Gerais, principalmente na área de estudo deste trabalho encontra-se no Quadro 5.

Quadro 5 – Resultado das espécies de ictiofauna levantadas em bibliografia.

Família	Nome Científico	Nome Popular
Anostomidae	<i>Leporinus copelandii</i>	Piau-vermelho
	<i>Leporinus conirostris</i>	Piau-branco
	<i>Leporinus mormyrops</i>	Piau-boquinha
	<i>Leporinus</i> sp.	Piau
Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari
	<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari
	<i>Astyanax giton</i>	Lambari
	<i>Astyanax parahybae</i>	Lambari
	<i>Astyanax scabripinnis</i>	Lambari
	<i>Astyanax taeniatus</i>	Lambari
	<i>Astyanax intermedius</i>	Lambari
	<i>Astyanax</i> sp.	Lambari
	<i>Brycon opalinus</i>	Matrinchã
	<i>Bryconamericus</i> sp.	Piquira
	<i>Hasemanya</i> sp.	-
	<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i>	Piaba
	<i>Hyphessobrycon callistus</i>	Piaba
	<i>Metynnis maculatus</i>	Pacu-disco
	<i>Oligosarcus hepsetus</i>	Lambari-bocarra
Characidae	<i>Piabina argentea</i>	Piaba
	<i>Salminus brasiliensis</i>	Dourado
Curimatidae	<i>Cyphocharax gilbert</i>	Sairú, sardinha
Erythrinidae	<i>Hoplias lacerdae</i>	Trairão
	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra
Lebiasinidae	<i>Nannostomus</i> sp.	
Prochilodontidae	<i>Prochilodus vimboides</i>	Curimatá
	<i>Prochilodus lineatus</i>	Curimatá
	<i>Prochilodus</i> sp.	Curimatá
Auchenipteridae	<i>Glanidium melanopterum</i>	Cumbaca
	<i>Trachelyopterus striatulus</i>	
	<i>Trachelyopterus fisheri</i>	Cumbaca
Callichthyidae	<i>Hoplosternum litoralle</i>	Tamboatá
Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>	Bagre-africano
Heptapteridae	<i>Pimelodella lateristriga</i>	Mandi
	<i>Pimelodella</i> sp.	
	<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre

Família	Nome Científico	Nome Popular
Loricariidae	<i>Delturus parahybae</i>	Cascudo
	<i>Hypostomos affinis</i>	Cascudo
	<i>Hypostomus luetkeni</i>	Cascudo
	<i>Harttia loricariformes</i>	Cascudinho
	<i>Microlepdogaster</i> sp.	Cascudinho
	<i>Rineloricaria</i> sp.	Chicote
	<i>Loricariichthys castaneus</i>	Chicote
	<i>Pogonopoma parahybae</i>	Cascudo-leitero
Pimelodidae	<i>Pimelodus fur</i>	Mandi
	<i>Pimelodus</i> sp.	Mandi
	<i>Steindachneridion parahybae</i>	Surubim
Gymnotidae	<i>Gymnotos carapo</i>	Sarapó
Sternopigidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Sarapó
Cichlidae	<i>Cichla monoculus</i>	Tucunaré
	<i>Cichlasoma facetum</i>	Cará
	<i>Crenichicla lacustris</i>	Joaninha
	<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilápia
	<i>Tilapia</i> sp.	Tilápia
Scianidae	<i>Pachyurus adspersus</i>	Corvina
Gobiidae	<i>Awaous tajasica</i>	Peixe-flor
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo
Symbranchidae	<i>Symbranchus marmoratus</i>	Muçum
Poeciliidae	<i>Phalloceros</i> sp.	Barrigudinho
	<i>Poecilia reticulata</i>	Barrigudinho
	<i>Poecilia vivipara</i>	Barrigudinho
	<i>Poecilia hollandi</i>	Barrigudinho
Cyprinidae	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpa-capim
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa-comum

FONTE: BRAGA (2007), DRUMOND (2005)

Alguns peixes presentes na Bacia do Rio Sapucaí, como o surubim encontram-se criticamente ameaçado de extinção em Minas Gerais, apesar de alguns ribeirinhos ainda mesmo que raramente encontram a presença deste peixe na bacia. Nas entrevistas realizadas com os ribeirinhos que utilizam o rio para pescar, apenas dois dos entrevistados residentes do Município de Paraguaçu, relataram a presença desta espécie no Rio Sapucaí.

Nos últimos anos, ao longo de sua área de distribuição conhecida, o surubim-do-doce vem sendo encontrado em apenas três localidades, todas em Minas Gerais: no médio rio Santo Antônio, próximo à cidade de Ferros, no baixo rio Manhuaçu e no rio Piranga, na cidade de Ponte Nova.

Steindachneridion doceanum, assim como as outras quatro espécies do gênero com ocorrência no estado, é considerado criticamente ameaçado de extinção em Minas Gerais. O surubim-do-doce também é considerado criticamente ameaçado em âmbito nacional, e está extinto no estado do Espírito Santo.

Atualmente, o surubim-do-doce é encontrado com maior frequência nos rios Santo Antônio e Piranga, onde uma população foi descoberta recentemente. Em função desta espécie estar ameaçada de extinção, a Câmara Municipal de Ponte Nova decretou em 2008 a Lei nº 3.225, transformando o trecho do Rio Piranga que passa pela cidade em área de proteção ambiental e fins paisagísticos.

4.2 Caracterização da Fauna, análise de suas interferências e relações no Ciclo hidrológico da região

O trabalho de variabilidade temporal da precipitação sobre a bacia do rio Sapucaí-MG (Anderson Pereira de Paula e Jaidete Monteiro de Souza) possibilitou uma análise das interferências, como a precipitação podendo ser considerada uma das variáveis meteorológicas para os recursos hídricos e conseqüentemente para os seres vivos.

A integridade e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos depende da interação destes com o sistema terrestre, incluindo-se aí a origem. A diversidade da fauna e flora das águas continentais está relacionada com os mecanismos de funcionamento de rios, lagos, áreas alagadas, represas, tais como o ciclo hidrológico, e a variedade de habitats e nichos. A dinâmica dos ecossistemas de águas continentais e da sua flora e fauna depende, portanto, de uma série de fatores interdependentes.

Uma análise de suas interferências sobre a fauna, nos permite avaliar inúmeras características relacionadas com o regime hidrológico dos grandes rios e áreas alagadas e de várzeas. O regime hidrométrico tem condições altamente flutuantes produzindo-se pulsos de frequência e magnitude variadas. Estes pulsos apresentam períodos de inundação e seca produzindo grandes alterações na estrutura e funcionamento das comunidades aquáticas.

4.2.1 Avifauna

O levantamento da avifauna, comparado com as listas oficiais das espécies ameaçadas de extinção, detectou a existência de aves em risco, tornando a área de estudo importante para a conservação de passeriformes e de não passeriformes. É necessária uma melhor investigação para que seja possível estabelecer a distribuição das aves ao longo de todos os meses do ano.

Devido ao grande número de espécies de aves, a unidade de conservação atrai observadores e pesquisadores de entidades nacionais e internacionais, contribuindo positivamente para a economia regional, conscientização ambiental e para a implantação de políticas e medidas preservacionistas.

O conhecimento das espécies endêmicas e também o fato das aves serem importantes como indicadores ecológicos torna-se um fator de grande importância permitindo ser utilizado como ferramenta para o gerenciamento da biodiversidade, auxiliando programas de conservação e manejo ambiental.

O fato de Minas Gerais se localizar em uma região geográfica que engloba parte dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga faz com que o Estado abrigue uma fauna de aves bastante rica e diversificada. De acordo com Sick (1997), quase metade das 1.678 espécies de aves brasileiras ($n = 785$) estão registradas para Minas Gerais. Dessas, 54 espécies são endêmicas da Mata Atlântica, 20 são endêmicas do Cerrado e 12 são endêmicas da Caatinga. Há ainda nove espécies típicas de montanhas do sudeste.

Apesar da alta riqueza, um grande número de espécies de aves ($n=106$) está sob algum tipo de ameaça de extinção no Estado. Do total de espécies encontradas em Minas Gerais, 64 estão globalmente ameaçadas (Collar et al., 1994), 41 fazem parte da lista de espécies ameaçadas do Brasil (MMA, 2003) e 83 fazem parte da lista de espécies ameaçadas do Estado (Minas Gerais, 1996). Há 23 espécies consideradas ameaçadas de extinção por Collar et al. (1994) ou ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2003) que não pertencem à lista de espécies ameaçadas de Minas Gerais. Dessas, 19 foram pouco registradas no Estado até o momento e apenas quatro possuem diversos registros. Dessas 23 espécies, cinco possuem registros antigos ou indefinidos, merecendo, portanto, uma reavaliação da sua ocorrência no Estado.

Para definir a importância biológica das áreas indicadas levou-se em consideração a variação do número de espécies endêmicas e ameaçadas entre os biomas. Esse número é maior na Mata Atlântica, intermediário no Cerrado e menor na Caatinga. Além disso, foram

analisadas propostas de inclusão de novas áreas e foi revista a classificação das áreas já propostas para as quais se possuíam novas informações.

Este grupo temático indicou 111 áreas prioritárias para conservação da avifauna: cinco foram incluídas na categoria de importância biológica Especial, 42 na de importância biológica Extrema, 17 na de importância biológica Muito Alta, 15 na de importância biológica Alta e 28 na de importância biológica Potencial. A diminuição do número de áreas prioritárias em relação ao documento anterior deveu-se principalmente ao refinamento da análise das áreas anteriormente propostas, com destaque para as áreas da categoria Potencial. Duas novas áreas especiais foram incorporadas à avaliação de 1998, as quais correspondem aos contrafortes da serra do Cabral e a parte norte da serra do Espinhaço. A classificação das áreas como de importância biológica Especial justificou-se pela presença de espécies de distribuição restrita (p.ex. a *Asthenes luizae*, na Serra do Cipó e Espinhaço Norte, assim como *Augastes scutatus* neste último, e a *Phylloscartes roquettei*, em Brejo do Amparo e Contrafortes da Serra do Cabral) e áreas com ambientes únicos (p.ex. o Jaíba).

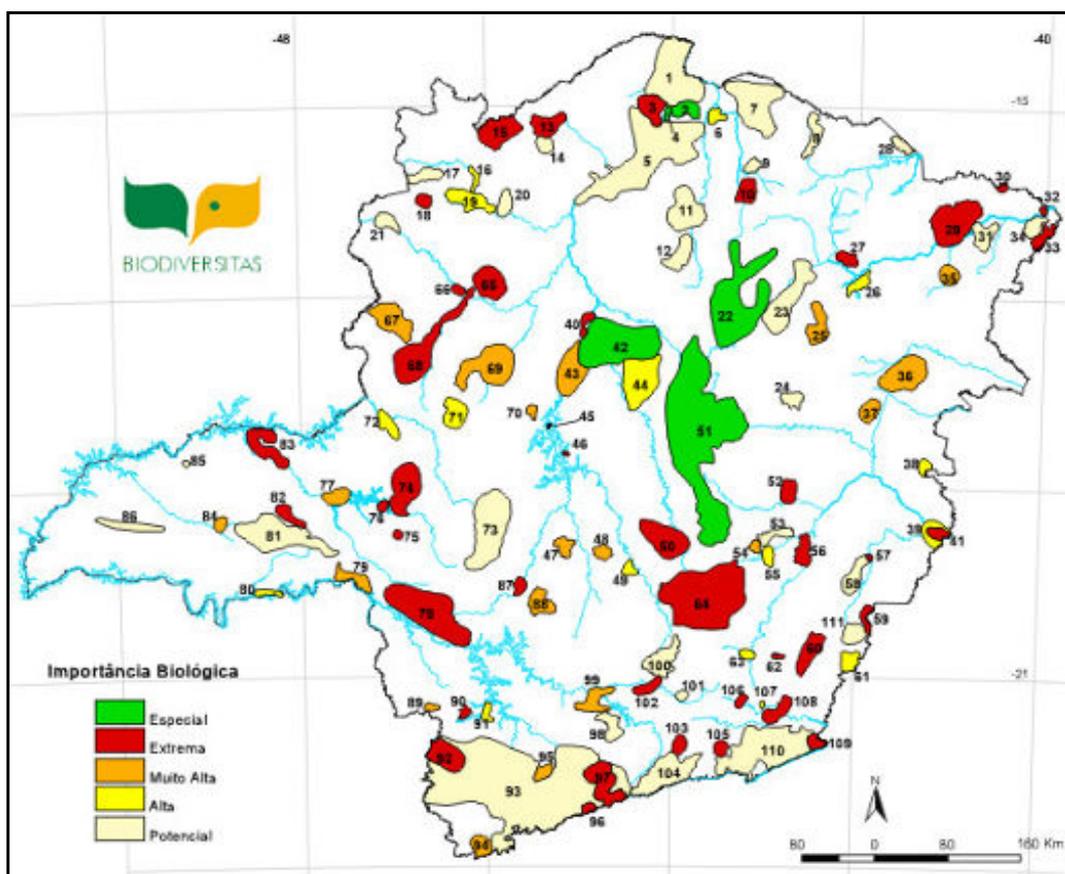


Figura 10 – Áreas prioritárias para conservação de aves em Minas Gerais

4.2.2 Herpetofauna

O bioma Mata Atlântica apresenta uma rica anurofauna, em função da dependência de ambientes úmidos para reprodução e como meio de evitar a dessecação. Como a maioria das espécies de anfíbios se desloca pouco, principalmente em ambientes de altitude, explica-se o grande nível de endemismo. Os anfíbios são importantes indicadores biológicos, pois são os primeiros a sofrerem os problemas das alterações climáticas, principalmente as que afetam a água e o ar. Bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema aquático e sua bacia de drenagem (Callisto & Gonçalves, 2002). Sua utilização permite a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição. Além disso, o uso dos Bioindicadores é mais eficiente do que as medidas instantâneas de parâmetros físicos e químicos (p.ex. temperatura, pH, oxigênio dissolvido, teores totais e dissolvidos de nutrientes, etc) que são normalmente medidos no campo e utilizados para avaliar a qualidade das águas. A Agência de Controle Ambiental dos Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency – USEPA) e a Diretriz da União Européia (94C 222/06, 10 de agosto de 1994) recomendam a utilização de Bioindicadores como complemento às informações sobre a qualidade das águas. A utilização dos Bioindicadores é extremamente útil, especialmente para a avaliação de impactos ambientais decorrentes de descargas pontuais de esgotos domésticos e efluentes industriais. Monitorando-se estações de amostragem a montante, no local de lançamento e a jusante da fonte poluidora, pode-se identificar as conseqüências ambientais para a qualidade da água e saúde do ecossistema aquático.

O estado de Minas Gerais pode ser considerado um dos mais privilegiados na composição de seus recursos naturais, pois tem áreas cobertas pelos biomas da Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. Essa heterogeneidade se expressa em uma grande variedade de ambientes com diferentes formações vegetais, rochosas e sistemas hídricos. Tais características favorecem a ocorrência de uma alta diversidade de anfíbios e répteis, muitos dos quais extremamente especializados em relação aos ambientes onde ocorrem, resultando também em um grande número de espécies endêmicas. Apesar de toda a diversidade da herpetofauna do Estado, o conhecimento sobre ela é ainda insatisfatório quanto à composição de espécies como um todo. Além disso, é muito fragmentado devido aos diversos grupos que a compõem e aos diferentes níveis de conhecimento das várias regiões.

No que diz respeito aos anfíbios, os dados de hoje registram para o Estado aproximadamente 200 espécies entre anuros (sapos, rãs e pererecas) e cobras-cegas (anfíbios sem pernas), o que representa quase 1/3 das mais de 600 espécies existentes no Brasil.

A nova avaliação das áreas prioritárias para a conservação da herpetofauna estadual indicou um total de 29 áreas: três de importância Extrema, quatro de importância Muito Alta, seis de importância Alta e dez áreas de Especial importância, além das seis áreas de importância Potencial. Chamam a atenção, por apresentarem endemismos restritos para a herpetofauna, as áreas da categoria de importância Extrema como as regiões serranas compreendidas no grande complexo do Espinhaço e outras serras isoladas, como a Serra da Canastra no bioma do Cerrado, e as serras integrantes do complexo da Mantiqueira, no bioma da Mata Atlântica.

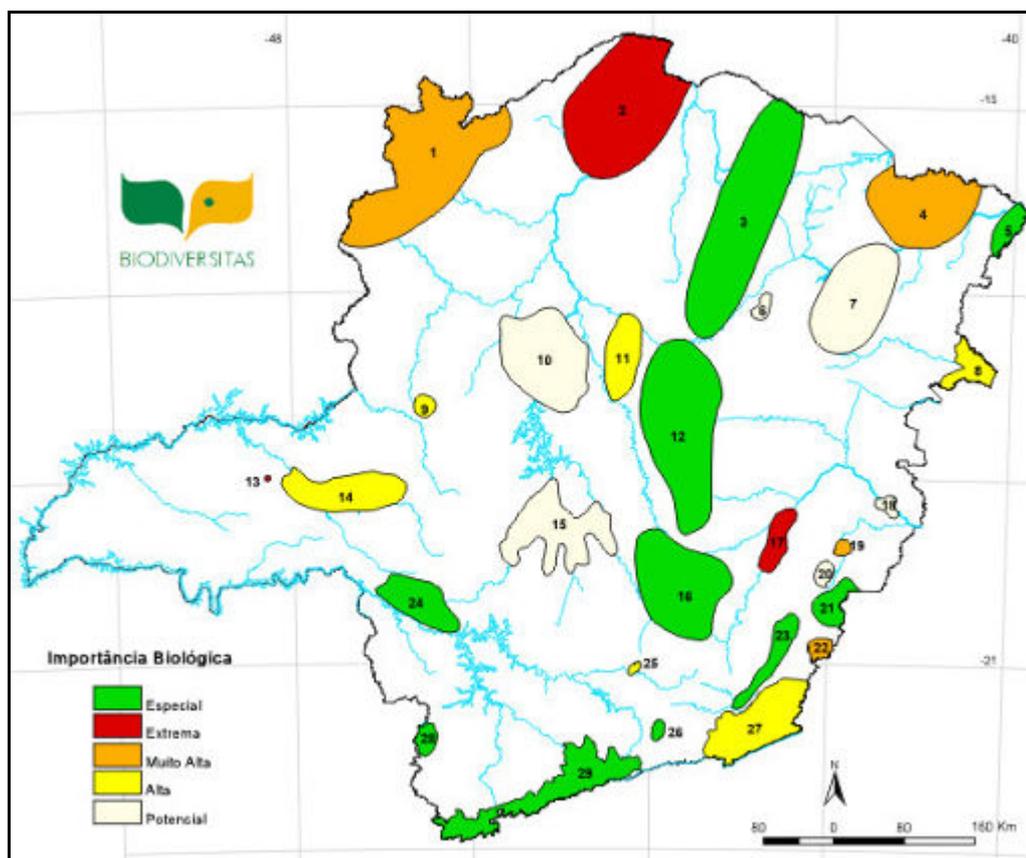


Figura 11 – Áreas prioritárias para conservação da herpetofauna de Minas Gerais

4.2.3 Mastofauna

Atualmente, as ações antrópicas estão levando à substituição do Cerrado por monoculturas e pastagens. Parte da biodiversidade de espécies, tanto da fauna como da flora deste bioma, está desaparecendo, até mesmo sem ser conhecida. O grau de dificuldade encontrado pela fauna difere em relação às suas características e à intensidade da fragmentação de seus habitats. Os mamíferos de médio e grande porte são imediatamente afetados, pois dependem de uma área de vida maior que os outros, além de sofrerem intensa pressão de caça e, ainda, por possuírem baixa densidade populacional (Becker & Dalponte 1991; Umetsu & Pardini, 2003; Borges & Tomás, 2004).

O Brasil detém grande parte da biodiversidade do planeta, o que se reflete na sua riqueza de espécies em geral. Das 4.890 espécies de mamíferos atualmente existentes em todo o mundo, cerca de 530 (11%) ocorrem no Brasil. Nesse contexto, a fauna de mamíferos brasileira lidera o ranking, sendo os grupos dos pequenos mamíferos (pequenos ratos silvestres, cuícas, gambás, morcegos) e dos primatas os mais representativos, englobando 83% (cerca de 440 espécies) da mastofauna do País (Fonseca et al., 1996; Rylands et al., 2000).

O planejamento proposto pelo Atlas alerta para a responsabilidade em relação às questões de preservação e conservação dos recursos naturais, orientando para um modelo de desenvolvimento racional, socialmente justo e ambientalmente sustentável.

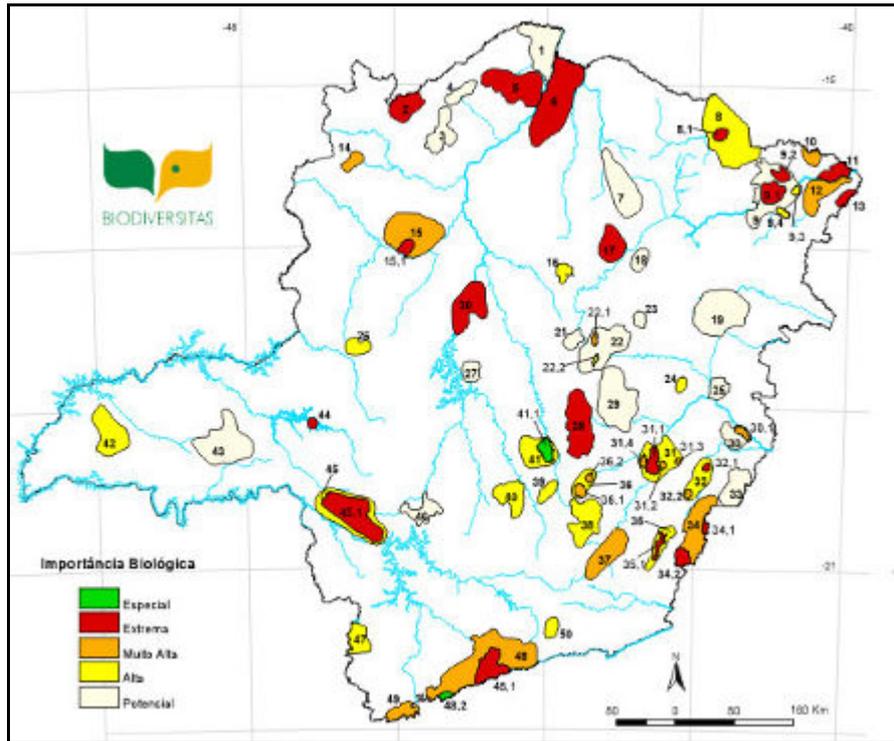


Figura 12 – Áreas prioritárias para conservação de mamíferos em Minas Gerais

4.2.4 Ictiofauna

A diversidade de peixes de água doce deve-se aos processos geomorfológicos que se iniciaram no fim do Cretáceo e durante o Cenozóico quando bacias hidrográficas foram formadas e modificadas. A fauna de peixes de riachos e de outros corpos de água da Mata Atlântica está em contato direto com a floresta, que lhes propicia proteção e alimento. Essas bacias apresentam um forte grau de endemismo de suas espécies por estarem isoladas de outras bacias.

A época da reprodução é um dos aspectos mais importantes na estratégia de desenvolvimento, apresentando ciclos anuais quando o habitat pertence à zona fótica ou nas regiões onde há influência direta ou indireta das variações estacionais de temperatura e fotoperíodos. Um grande número de espécies reproduz na época em que se inicia o aumento da temperatura e do fotoperíodo, por ser mais apropriado ao metabolismo das larvas e por haver maior disponibilidade de alimento para a prole (Zavala, 2004).

Minas Gerais, pela sua posição geográfica, possui um sistema hidrográfico que abrange a maior parte das bacias brasileiras, exceto a Amazônica. Ao todo, são quinze bacias, das quais apenas duas (Paraíba do Sul e Tietê) não possuem suas nascentes dentro dos limites estaduais.

Na atual edição do Atlas, 33 áreas foram consideradas prioritárias para conservação da biodiversidade de peixes, sendo quatro de importância biológica Especial, quatro de importância biológica Extrema, nove de importância biológica Muito Alta, 11 de importância biológica Alta e cinco de importância biológica Potencial. As áreas indicadas compreendem o corpo d'água, a faixa de preservação permanente (Lei nº 7.511, de 7 de julho de 1986) e a planície de inundação, quando existente.

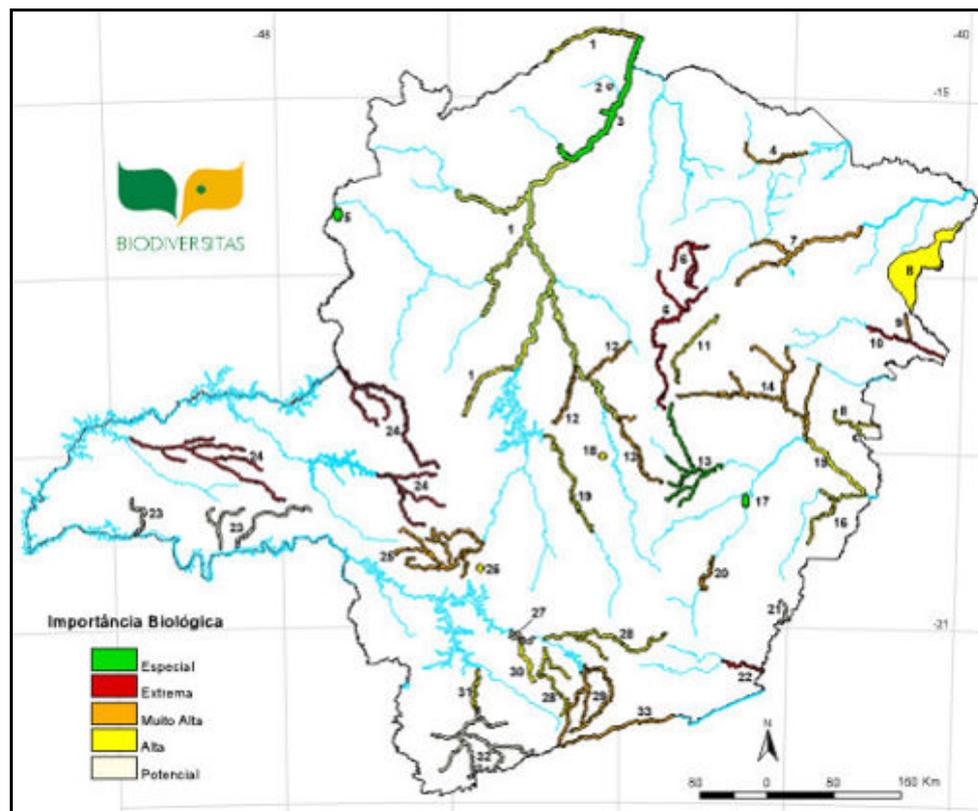


Figura 13 – Áreas prioritárias para conservação de Peixes de Minas Gerais

4.3 Problemas enfrentados pela fauna e sua influência nos recursos hídricos.

Utilizado como a principal referência na confecção deste relatório o Atlas da Biodiversidade intitulado “Biodiversidade em Minas Gerais, um atlas para a sua conservação”, encomendado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentado (SEMAD) à Fundação Biodiversitas. A inexistência de uma política específica de ocupação e uso do solo resultou na quase completa destruição dos biomas locais e grande perda da diversidade da fauna e flora de Minas Gerais.

Algumas providencias devem ser adotadas para uma melhor gestão dos recursos naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, como estudos realizados por meio de:

- ✓ Pesquisa básica;
- ✓ capacitação de pessoal;
- ✓ apoio a desenvolvimento de teses;
- ✓ inventários biológicos;
- ✓ zoneamento;
- ✓ ordenamento territorial;
- ✓ implantação de trilhas interpretativas;
- ✓ projetos de educação ambiental;
- ✓ criação e implantação de unidades de conservação;
- ✓ desenvolvimento e auxílio a projetos ambientais (governamentais e iniciativa privada).

A Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, necessita também de uma fiscalização eficaz no sentido de garantir a todos os seres vivos sobreviverem para o manutenção do equilíbrio ecológico e a sustentabilidade desse importante ecossistema.

Dentre os principais problemas enfrentados pela fauna e suas influências nos recursos hídricos da Bacia do Rio Sapucaí, estão a retirada da mata ciliar, considerada extremamente importante para o ciclo de vida de mamíferos, aves, peixes, répteis e anfíbios.

O Atlas apresenta informações específicas sobre as regiões mais ricas em espécies distintas e define 86 áreas classificadas como de importância extrema, muito alta ou alta ou de importância biológica especial. A grande variedade de ambientes no estado possibilita a ocorrência de 200 espécies de anfíbios e 180 de répteis, com grande número de espécies endêmicas (que só ocorrem em um determinado local). Para preservar estas espécies foram delimitadas 23 áreas, como as serras do Cipó e da Canastra.

Nas seis maiores bacias que drenam 96% do Estado foram registradas 380 espécies de peixes de água doce, em 29 áreas como as bacias dos rios Jequitinhonha e São Francisco.

Minas Gerais possui 780 espécies de aves registradas, sendo que 748 delas estão representadas nas 29 áreas prioritárias. Desse total de espécies, 64 estão ameaçadas nos limites do estudo e 83 aparecem na lista de risco de todo o Estado.

Minas possui ainda 190 espécies de mamíferos, o que corresponde a cerca de 36% dos mamíferos brasileiros. Desse total, quarenta estão sob ameaça de extinção, principalmente pela destruição de seus habitats. O estudo indicou 33 áreas para a preservação destas espécies.

Os invertebrados foram definidos em 46 áreas, das quais doze grutas ou regiões de grutas, como as matas secas do Jaíba e as serras do Cipó e da Mantiqueira.

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.

Conclusão

As análises técnicas que orientam a definição de prioridades para a aplicação de recursos e esforços são instrumentos que devem ser integrados ao planejamento regional e às políticas de biodiversidade. Devem, ainda, ser direcionadas para a elaboração de uma Estratégia Estadual para Conservação da Diversidade Biológica e para o desenho de políticas de meio ambiente no Estado.

4.4 Trabalho de Campo

Para a realização dos objetivos deste projeto, o trabalho de campo foi dividido em duas etapas:

✓ Campo I - Visita a Universidades

Com a finalidade de obtenção de dados referentes à Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí, foram realizadas visitas a entidades detentoras de dados nos aspectos relacionados à fauna da bacia através de pesquisa nas bibliotecas das universidades, além de conversas sobre estudos realizados na área com professores e pesquisadores (Quadro 6).

Quadro 6 – Cronograma das visitas às Universidades, na etapa Campo I;

Data	Município	Universidade	Contato	Material consultado
24/04/09	Itajubá	Universitas	Prof ^a . Márcia	Trabalhos de conclusão de curso
24/04/09	Itajubá	UNIFEI - CBH	Secretária Cristina	Atlas Digital das Águas de Minas, Fotos, relatórios técnicos, etc.
24/04/09	Pouso Alegre	UNIVÁS	Prof. Manoel Araújo; Prof. Fernando Fernandes	Trabalhos de conclusão de curso – TCC'S de mastofauna, avifauna.
27/04/09	Alfenas	UNIFAL	Prof. Pedro Lucas; Prof. Flávio Nunes; Profa. Maria José Wisniewski; Prof. Vinicius Xavier	Jornada de Iniciação Científica, trabalhos científicos, relatórios técnicos.

✓ Campo II: realização das entrevistas e continuação das visitas às universidades

Com o objetivo de realizar um diagnóstico de fauna da bacia do Rio Sapucaí, optou-se pela utilização de questionário aos moradores localizados nas imediações da bacia, possibilitando acrescentar aos dados coletados nas Universidades, saberes populares considerados fundamentais para um entendimento e conhecimento dos principais aspectos relacionados à fauna de forma quantitativa e qualitativa. Aproveitando que havia outra universidade nas proximidades do local das entrevistas, fez-se nova busca por referências bibliográficas (Quadro 7).

Quadro 7 – Cronograma das visitas às Universidades, na etapa Campo II;

Data	Município	Universidade	Contato	Material consultado
06/07/09	Lavras	UFLA	Bibliotecária Cida	Dissertações de Mestrado; aquisição de artigos científicos

Assim, para a realização das entrevistas, realizou-se 10 (dez) questionários em cada município visitado, compreendendo como amostragem 7 (sete) municípios distribuídos em baixo, médio e alto Sapucaí, possibilitando demonstrar a bacia em três partes distintas e com rios diferentes, caracterizando a bacia em diversos aspectos, sociais, econômicos e ambientais (Quadro 8).

Quadro 8 – Cronograma das visitas aos municípios para a realização das entrevistas.

Data da Entrevista	Parte Amostral	Município	Localidade
04/07/2009	Baixo Sapucaí	Paraguaçu	Rio Sapucaí
		Carvalhópolis	Rio Dourado
		Cordislândia	Rio Sapucaí
05/07/2009	Médio Sapucaí	Congonhal	Rio Cervo
		Cambuí	Rio Itaim
		Natércia	Rio Turvo
	Alto Sapucaí	Wenceslau Brás	Rio Bicas

O questionário aplicado apresenta ênfase na caracterização da ictiofauna, mas da mesma maneira possibilitou um levantamento sobre o tempo que o morador reside no local (Tabela 10), o principal uso do rio (Tabela 11), e fauna associada à bacia (Anexo F).

Tabela 10 – Tempo que cada entrevistado reside no respectivo município, em anos

Município	TEMPO QUE RESIDE (em anos)			
	0 - 10	11 - 30	31 – 60	+61
Paraguaçu	2	4	3	1
Carvalhópolis	2	4	2	2
Cordislândia	2	7	1	
Congonhal		4	5	
Cambuí		3	7	
Natércia	1	3	6	
Wenceslau Brás		4	6	

Tabela 11 – Principal uso atribuído ao rio pelos entrevistados

Município	PRINCIPAL USO DO RIO				
	pescador	pesca pouco	não pesca	pesca esportiva	não respondeu
Paraguaçu	4	-	3	-	3
Carvalhópolis	1	1	3	-	5
Cordislândia	-	-	-	1	9
Congonhal	3	2	2	1	2
Cambuí	-	2	4	4	-
Natércia	3	1	1	2	3
Wenceslau Brás	1	1	4	2	2

Assim, a partir da Tabela 10, tem-se que a maioria dos entrevistados reside no local, entre 11 e 30 anos, e mesmo em número menor, há aqueles que residem no local há mais de 30 anos. Isso configura uma situação de identificação com o local, mostrando que essas pessoas se importam e gostariam que houvesse práticas de conservação daquele local. Também, como visto na Tabela 11, os rios ainda são usados pela população para a pesca, sendo que algumas pessoas ainda possuem a atividade de pesca como fonte de renda.

Em relação à ictiofauna, as entrevistas mostram quais peixes que são presentes naquela região, como o lambari, o bagre, traíra, mandi e a piaba. E mesmo que tenham sido citadas menos vezes, as outras espécies de peixes também se apresentam como importantes no local. Daí, medidas que promovam a reprodução destas espécies serão essenciais. Tais resultados, podem ser visualizados no Gráfico 6.

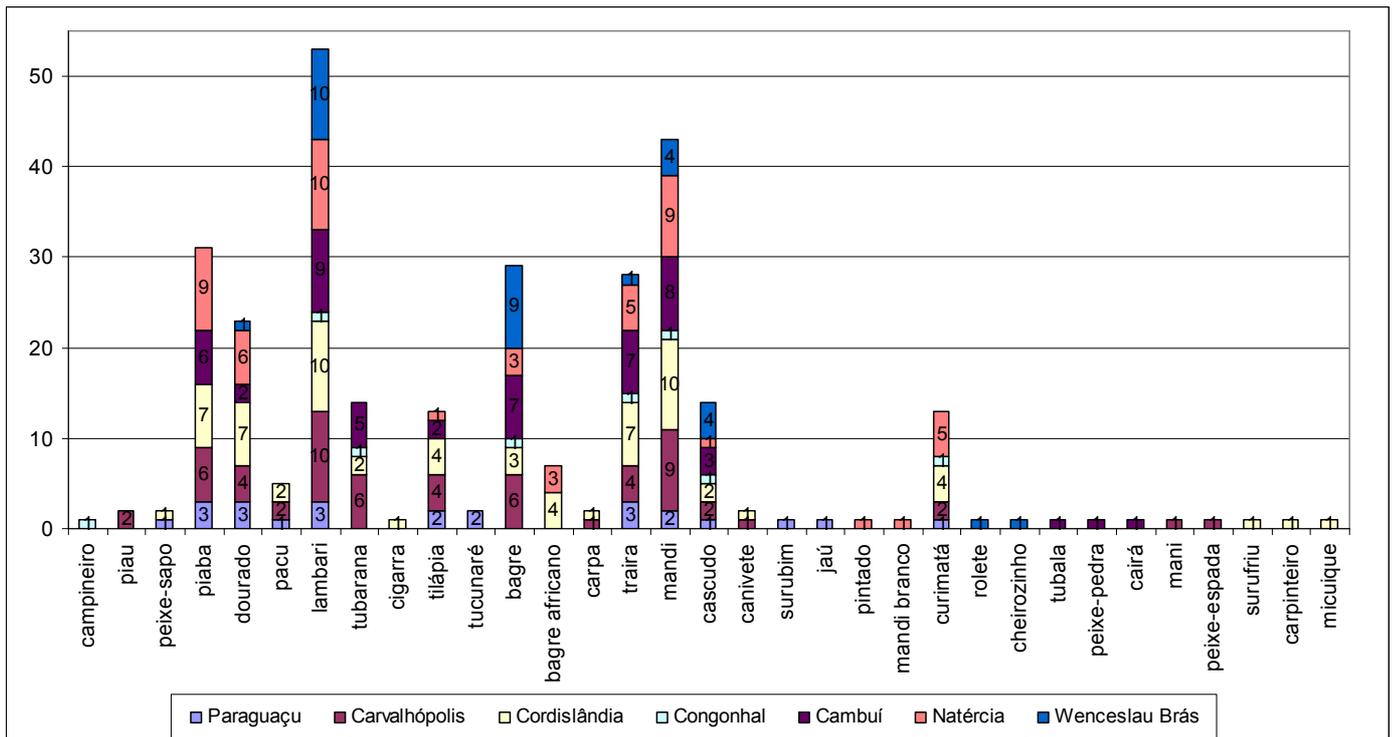


Gráfico 6 – Número de vezes que cada espécie foi citada pelos entrevistados.

4.5 Áreas de Conservação de Fauna

As principais ameaças para a ictiofauna de Minas Gerais estão relacionadas a poluição, assoreamento, desmatamento, mineração, introdução de espécies exóticas e construção e operação de barragens. Devido ao seu elevado potencial hidrelétrico, Minas Gerais tem sido foco de rápida expansão de usinas hidrelétricas desde a década de 1950 (DRUMMOND et al, 2005). Segundo os autores, as análises de impactos ambientais em rios a serem barrados têm sido tradicionalmente focadas em espécies de peixes economicamente importantes ou migradoras. Esse procedimento tem contribuído para o declínio de peixes nativos de pequeno porte ou que requerem ambientes lóticos, mas que, não necessariamente, realizam longas migrações ou apresentam importância econômica. O resultado dessa visão simplificada tem sido o empobrecimento progressivo da ictiofauna em diversas bacias do Estado.

Assim, diversas medidas de proteção devem ser tomadas para a conservação da fauna de peixes de Minas Gerais, e, em sua maioria, dependem da participação de diferentes segmentos da sociedade. Sendo que o primordial é que os indicativos apresentados sejam incorporados à estratégia de desenvolvimento estadual em longo prazo, criando as condições reais de proteção e conservação dos peixes que ocorrem em Minas Gerais (DRUMMOND et al, 2005).

No caso do Bioma Cerrado, o processo de degradação vem acontecendo há, pelo menos um século. Entre as consequências dessa degradação observa-se a destruição de ambientes, alterando as suas características físicas e biológicas específicas. Entre os grupos da fauna que sofrem consideravelmente com essa degradação destacam-se as aves, pois algumas espécies são dependentes de microclimas e microhabitats específicos e acabam sofrendo com o processo de fragmentação (CORRÊA, 2008). Em relação à Mata Atlântica, trata-se do segundo bioma em diversidade de mamíferos e possui um número significativo maior de espécies do que seria o esperado para a relação espécie/área, e que também vem sofrendo o processo de fragmentação, apresentando a maioria dos fragmentos relativamente pequenos (SILVA, 2008).

5. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

5.1 Metodologia

Para o diagnóstico do uso e ocupação atual do solo na bacia do rio Sapucaí, foram utilizados os resultados do mapeamento proposto pela iniciativa do Mapeamento da Flora Nativa e Reflorestamentos de Minas Gerais, elaborado pela Universidade Federal de Lavras em parceria com o Instituto Estadual de Florestas - IEF. Este mapeamento teve como objetivo mapear, em meso escala de detalhamento, os remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica. A escolha deste mapeamento se deve ao fato deste ser o mais atualizado e cobrir aproximadamente 97% da bacia do rio Sapucaí.

Dentre todos os biomas brasileiros, a Mata Atlântica tem sido historicamente, o mais mapeado, seja pela sua relevância ambiental, seja pela descaracterização sofrida ao longo dos anos, na qualidade de palco dos primeiros e principais episódios da colonização e ciclos de desenvolvimento do país.

Não há dúvidas quanto à relevância do uso das geotecnologias, como o Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), na geração e atualização de mapeamentos diversos sejam referenciados à cartografia de base ou à temática.

No caso do mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo da área de abrangência do bioma Mata Atlântica foram utilizadas imagens do sensor AVNIR-2 do satélite ALOS com resolução espacial de 10 metros e do sensor VNIR do satélite ASTER com resolução espacial de 15 metros.

O diagnóstico da vegetação da Bacia do rio Sapucaí foi realizado utilizando-se dados primários, coletados em visitas a campo, e dados secundários, utilizando-se bibliografias e mapas.

Foi realizada uma viagem a campo e os seguintes municípios foram percorridos para a caracterização da vegetação: Borda da Mata, Careagu, Carvalhópolis, Conceição das Pedras, Congonhal, Cordislândia, Elói Mendes, Heliódora, Itajubá, Lambari, Machado, Maria da Fé, Natércia, Paraguaçu, Pedralva, Piranguinho, Pouso Alegre, São Gonçalo do Sapucaí, São Sebastião da Bela Vista, Senador José Bento e Turvolândia. Durante essa viagem a campo, foram anotados os dados sobre a existência ou não de cobertura vegetal nativa e

existência ou não de áreas de preservação permanente e quando presentes, o seu estado de conservação. Também foram observados os principais impactos existentes sobre a vegetação.

Além disso, dados sobre a vegetação coletados em expedições científicas realizadas em outubro de 2008 por pesquisadores da UFMG nos municípios de Brazópolis, Camanducaia, Delfim Moreira, Gonçalves, Paraisópolis, Sapucaí Mirim e Venceslau Braz foram triados e também utilizados. A grande diferença entre as expedições a campo e as visitas a campo, é que nas expedições foram realizadas coletas para amostrar as espécies ocorrentes nessas regiões.

Para os demais municípios da bacia, utilizaram-se dados obtidos a partir de imagem de satélite para a avaliação.

Nas visitas a campo foram observadas as áreas onde existe cobertura vegetal nativa e áreas onde há algum tipo de uso diferente do solo, como pastagens, plantações e outros ambientes de uso antrópico. As coordenadas geográficas desses diferentes locais foram obtidas e utilizadas posteriormente para delimitação em imagem de satélite dos diferentes usos do solo e a presença de vegetação nativa.

As principais bibliografias utilizadas para composição do diagnóstico foram: Carvalho et al. (2005), Drummond et al. (2005), Galindo-Leal & Câmara (2005), IGA (2007), Ribeiro & Walter (1998) e Veloso et al. (1991). Os mapas utilizados foram obtidos nos sítios do IBGE (www.ibge.gov.br), IGAM (www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento) e Fundação Biodiversitas (www.biodiversitas.org.br). Todos os mapas foram consultados e/ou elaborados utilizando-se os softwares ARCMAP e ARCCATALOG 9.2® (ESRI, 2006).

A caracterização da flora foi realizada com base em dados primários, coletados em campo, envolvendo a observação das fitofisionomias dominantes em cada ambiente. Além disso, foram consultados artigos científicos publicados e classificações da vegetação existentes. Foram utilizados dois sistemas de classificação diferentes, visto que não existe consenso entre as classificações vigentes sobre a ocorrência das diferentes fitofisionomias na Bacia do rio Sapucaí: o sistema de classificação de IBGE (1992), baseado na classificação de Veloso et al. (1991) e o sistema de classificação de Ribeiro e Walter (1998), de acordo com a delimitação das fitofisionomias propostas por Carvalho et al. (2005)

As áreas de preservação permanente foram identificadas através das visitas a campo e com o auxílio de imagem de satélite. As Áreas Prioritárias para Conservação da biodiversidade e da flora estão de acordo com Drummond et al. (2005). As Unidades de Conservação foram identificadas através de consulta ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), ao Instituto Estadual de Florestas, ao trabalho de Camargos (2001) e também de acordo com o listado em IGA (2007).

Com o intuito de complementar os dados relativos ao meio biótico foram utilizados também dados socioeconômicos que caracterizam a forma antrópica de uso e ocupação do solo. Trata-se de dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes à Produção Pecuária e Produção Agrícola Municipal (2007) e, também, dados do Censo Agropecuário 2006 que descrevem o uso do solo nos estabelecimentos agropecuários.

5.2 Resultados

A caracterização da forma de uso e ocupação do solo tem como objetivo identificar atividades e processos potencialmente associados à degradação ambiental por apresentarem risco de comprometimento dos recursos hídricos, sejam elas geradoras de erosão, assoreamento, inundação ou associadas ao lançamento ou deposição de resíduos de diversos tipos: agropecuários, industriais, urbanos, entre outros.

A Tabela 12 e o Mapa de Uso e Ocupação do Solo retratam a distribuição das formas de uso e ocupação do solo na área da bacia como um todo, realizada a partir da metodologia anteriormente descrita.

Tabela 12 – Tabela de quantificação dos Usos do Solo da bacia do rio Sapucaí.

Tipologia de Uso e Ocupação do solo	Área (km ²)	% da Bacia do Sapucaí
Áreas Urbanizadas	141,21	1,5
Floresta Estacional Semi-Decidual	986,40	10,4
Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa	243,45	2,6
Pastagem	3.492,11	36,9
Agricultura	4.330,51	45,8
Áreas onde a imagem esta coberta por nuvens	271,28	2,9

FONTE: Vida Meio Ambiente (Mapa de Uso e Ocupação).

A forma atual de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí (BHRS) reflete o processo histórico de ocupação, desde o período colonial.

A bacia é densamente povoada e possui alto grau de urbanização (77 %), porém as áreas urbanizadas ocupam apenas 1,5% de seu território. Muitas dessas áreas estão sujeitas a inundação periódica por ocuparem APP's: várzeas inundáveis e margens de córregos e rios.

Áreas agrícolas e pastagens ocupam, juntas, 782.263,42 hectares (ha), o que representa 82,6 % da área total. Verifica-se que 45,8% do território da bacia são cultivados (433.051,45 ha) e quase 37 % dele está coberto por pastos.

Conforme o Mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais (estudo elaborado pelo Instituto Estadual de Florestas em parceria com a Universidade Federal de Lavras), em 2005, cerca de 33,8% do território de Minas Gerais mantinham cobertura vegetal nativa. Desse percentual, 10,33% era ocupado pelo bioma Mata Atlântica, sendo 8,90 % ocupado por floresta Estacional Semidecidual, 0,38% por Floresta Ombrófila e 1,05 % por campo rupestre.

Como mencionado acima, 97% do território da BHRS está inserido no bioma Mata Atlântica, porém, o que resta dessa cobertura vegetal é pouco. A Mata Atlântica, hoje, cobre 13 % do território: 10,4 % representados pela fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual e 2,6% por florestas Ombrófilas (na qual ocorrem araucárias). Apesar de ser um percentual pequeno em relação à cobertura original esse valor é maior do que a média nacional uma vez que, no Brasil como um todo, a Mata Atlântica foi reduzida a menos de 7% da área que ocupava originalmente.

Outra forma de focalizar a forma de ocupação do solo é considerar o que informa o Censo Agropecuário 2006 ao descrever a utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários segundo três formas de uso: lavouras, pastagens e áreas de matas e florestas. O dado não permite uma comparação exata com os do Mapa de Uso e Ocupação, pois se refere à área total dos 51 municípios inseridos na bacia e não à área da bacia estrito senso. Além disso, a metodologia utilizada no levantamento das informações em um e outro caso é diferenciada. Porém, tal caracterização é útil para retratar a realidade agrária da região.

Em todos os trechos predominam pastagens, com destaque para o Alto Sapucaí, conforme pode ser conferido no Gráfico 7. Em segundo lugar, figuram áreas cultivadas, que ocupam

maior percentual da área dos estabelecimentos no trecho baixo da bacia, onde as lavouras são favorecidas pela topografia menos acidentada.

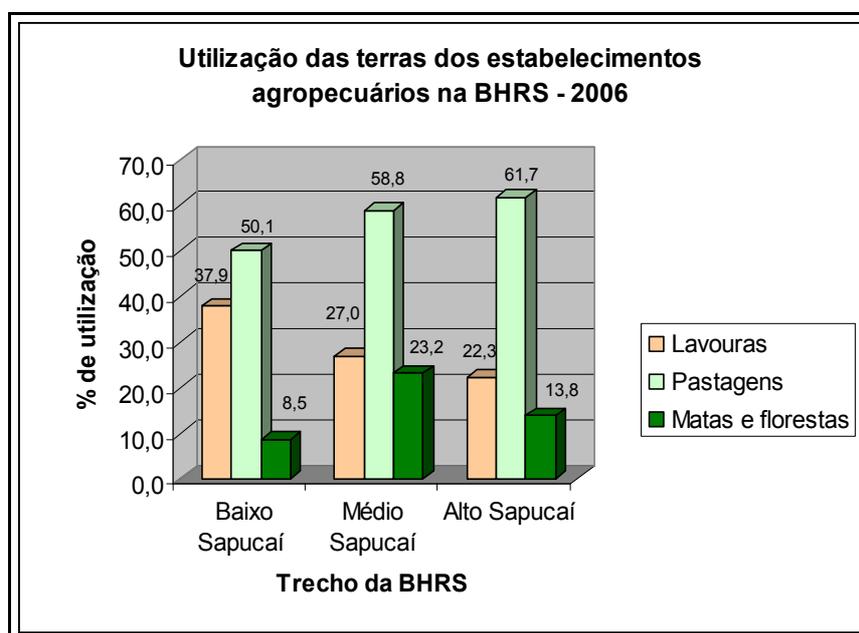


Gráfico 7 – Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários segundo trechos da BHRS – 51 municípios

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2006

Por outro lado, as terras cobertas por matas e florestas, que representam 28 % da área dos estabelecimentos agropecuários no Brasil, alcançam percentuais que variam entre 8,5 % e 23,2 % da área dos mesmos estabelecimentos na BHRS (Tabela 13). O menor percentual pertence ao Baixo Sapucaí e o maior ao trecho médio da bacia. O Alto Sapucaí possui a maior faixa contínua de matas e florestas, nas terras altas da Serra da Mantiqueira (como pode ser percebido na Carta 7 do Mapa de Uso e Ocupação), mas essa categoria representa 13,8 % da área dos estabelecimentos agropecuários nos municípios desse trecho.

Tabela 13 - Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários em 2006 - Percentual (%)

Localização	Lavouras	Pastagens	Matas e florestas
Brasil agricultura familiar	22,0	45,0	28,0
Brasil Não familiar	17,0	49,0	28,0
Baixo Sapucaí	37,9	50,1	8,5
Médio Sapucaí	27,0	58,8	23,2
Alto Sapucaí (total)	22,3	61,7	13,8
<i>Vertente mineira</i>	27,2	58,3	17,2
<i>Vertente paulista</i>	66,5	15,0	14,2

FONTE: IBGE, Censo Agropecuário 2006

No Brasil as áreas de pastagem predominam tanto nos estabelecimentos agropecuários comandados pela agricultura familiar¹ quanto naqueles sob domínio não familiar, onde ocupam, respectivamente 45 e 49% da área.

De acordo com o Censo Agropecuário 2006 foram identificados 28.864 estabelecimentos agropecuários nos municípios da BHRS, sendo que 97,8% deles estão no território mineiro. Os estabelecimentos agropecuários ocupam mais de um milhão de hectares (1.164.792 ha) nos 51 municípios da bacia. Estabelecimentos comandados pela agricultura familiar apesar de representar, em 2006, 83,8 % do número total, ocupavam 41,2% da área. Este resultado mostra uma estrutura agrária ainda concentrada, embora essa concentração seja menor do que a encontrada no Brasil onde os estabelecimentos familiares representavam 84,4 % do total dos estabelecimentos, mas ocupavam 24,3% da área.

O Baixo Sapucaí é o trecho da BHRS onde se encontrava a maior concentração fundiária, como pode ser observado no Gráfico 8. A concentração só era maior nos três municípios paulistas da bacia nos quais a agricultura familiar ocupava 27 % da área e representava 70% do total de estabelecimentos.

¹ O conceito de agricultura familiar, definido pela Lei 11.326/2006, engloba nessa categoria aqueles produtores rurais que atendam simultaneamente a alguns requisitos. Essencialmente esses requisitos são: possuir área menor do que quatro módulos fiscais, gerir o estabelecimento ou empreendimento com sua família e utilizar predominantemente mão de obra familiar, ter renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento.

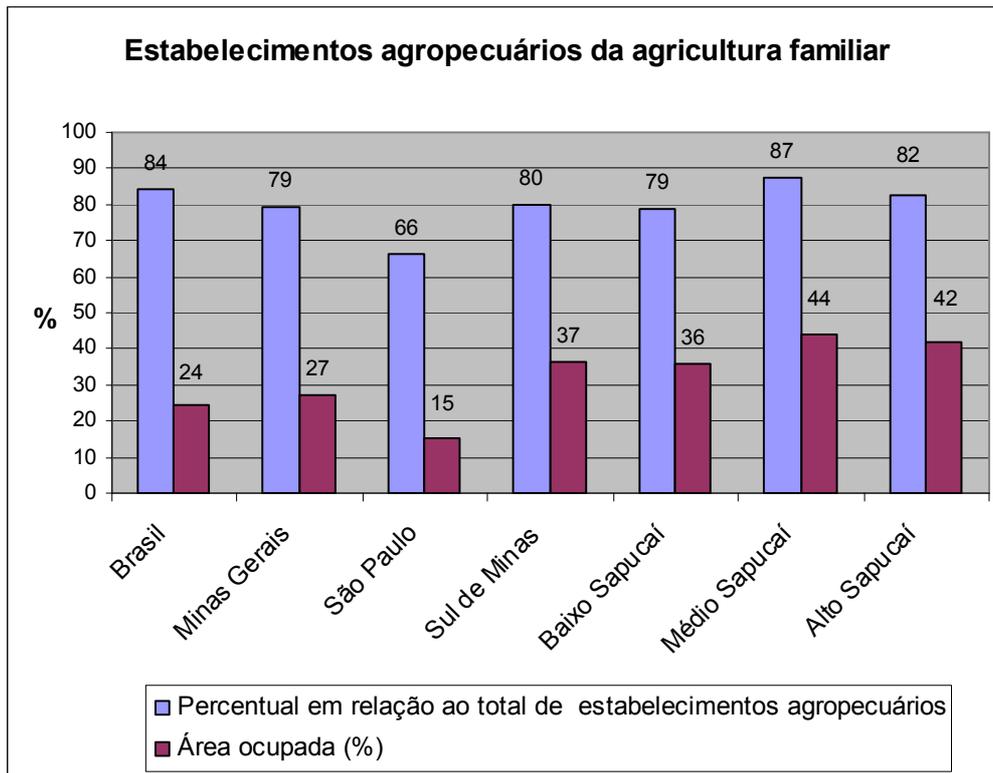


Gráfico 8 – Estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar

FONTE: IBGE, Censo Agropecuário, 2006

O Plano de Bacia ao traçar estratégias com o objetivo de minimizar o impacto das formas de manejo das atividades produtivas nos estabelecimentos agropecuários precisa considerar essa distribuição fundiária, construindo propostas adequadas às características dos diferentes públicos: agricultores familiares e não familiares.

✓ **Agropecuária**

Existem 761.689 cabeças de gado bovino nos municípios com território na bacia do Sapucaí (IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal, 2007) uma taxa de ocupação média de 2,3 cabeças por hectare (Tabela 14). Apesar do número absoluto de cabeças ser maior nos municípios pertencentes ao Médio Sapucaí, mais de 349 mil cabeças, a densidade, ou seja, o número de cabeças por km² proporcionalmente ao tamanho territorial de cada trecho, não difere: são cerca de 60 cabeças em todos eles.

Tabela 14 – Bovinocultura: número de cabeças de gado por trecho da BHRS

Efetivo de rebanho bovino - 2007			
Trecho mineiro da BHRS	Total de cabeças de gado bovino	Área total dos municípios (km ²)	Densidade (n ^o cabeças / km ²)
Alto Sapucaí	230.706	3818,4	60
Médio Sapucaí	349.456	5751,8	61
Baixo Sapucaí	181.527	2971,6	61
Total de municípios mineiros (48)	761.689	12541,8	

FONTE: IBGE/SIDRA – Pesquisa Pecuária Municipal, 2007

A mesorregião Região Sul/Sudoeste de Minas é a segunda maior produtora de leite no estado, segundo dados do Diagnóstico da Pecuária Leiteira em Minas Gerais (2005). A região é responsável por 15,8% da produção estadual, perdendo apenas para o Triângulo Mineiro, responsável por 24,7%. A microrregião Santa Rita do Sapucaí sozinha é responsável por 1,7% da produção mineira. Os dez maiores municípios produtores de leite, entre aqueles com território na bacia, figuram na Tabela 15.

Tabela 15 – Produção de origem animal 2007 – Leite

Produção de origem animal - 2007		
Município	Leite (Mil litros)	Número de cabeças
Pouso Alegre - MG	19.186	40.509
São Gonçalo do Sapucaí - MG	16.475	33.393
Elói Mendes - MG	15.339	33.096
Passa Quatro - MG	14.872	14.390
Ouro Fino - MG	12.449	33.960
Machado - MG	12.430	22.445
Paraguaçu - MG	12.006	21.635
Santa Rita do Sapucaí - MG	11.234	23.219
Silvianópolis - MG	11.048	25.879
Poço Fundo - MG	10.410	25.203

FONTE: IBGE/SIDRA – Pesquisa Pecuária Municipal, 2007

Com o objetivo de caracterizar o uso agrícola do solo foram analisados os dados da Produção Agrícola Municipal, 2007. O trabalho de análise das estatísticas foi no sentido de identificar quais são as culturas mais expressivas na região em termos da área espacial que ocupam, e não da produtividade ou de seu rendimento financeiro. Isso porque os principais impactos da agricultura sobre os recursos hídricos estão associados ao manejo da terra (pela exposição a processos erosivos, quando não são utilizadas técnicas de conservação

do solo) e ao uso intensivo de agroquímicos (adubos e agrotóxicos) elementos potencialmente contaminantes dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Desde o período colonial a região Sul de Minas destaca-se pela produção agropecuária diversificada. Nos municípios da bacia do Sapucaí a agricultura é diversificada, destacando-se, entre os produtos da lavoura permanente o café e a fruticultura diversificada (banana, cítricos e espécies de clima temperado como pêra, morango, pêssego, uva). E, entre as culturas temporárias, a lavoura branca (milho, feijão) e a horticultura.

A Tabela 16 e os Gráficos 9 e 10 ilustram as culturas permanentes e temporárias de destaque na bacia. No Gráfico 9, constam as principais culturas em termos de área plantada (hectares) e, no Gráfico 10, os três primeiros produtos agrícolas cultivados, também considerando o tamanho da área plantada. Em ambos os casos são considerados os 48 municípios mineiros com território rural na área da bacia.

Tabela 16 - Principais produtos da lavoura temporária e permanente Minas Gerais – 2007

Principais produtos	Área plantada (ha)	Municípios onde a cultura é plantada	
		No.	%
Café	99.405	31	64,6
Milho	43.668	47	97,9
Feijão	9.256	26	54,2
Batata	7.753	20	41,7
Banana	5.095	9	18,8

FONTE: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2007

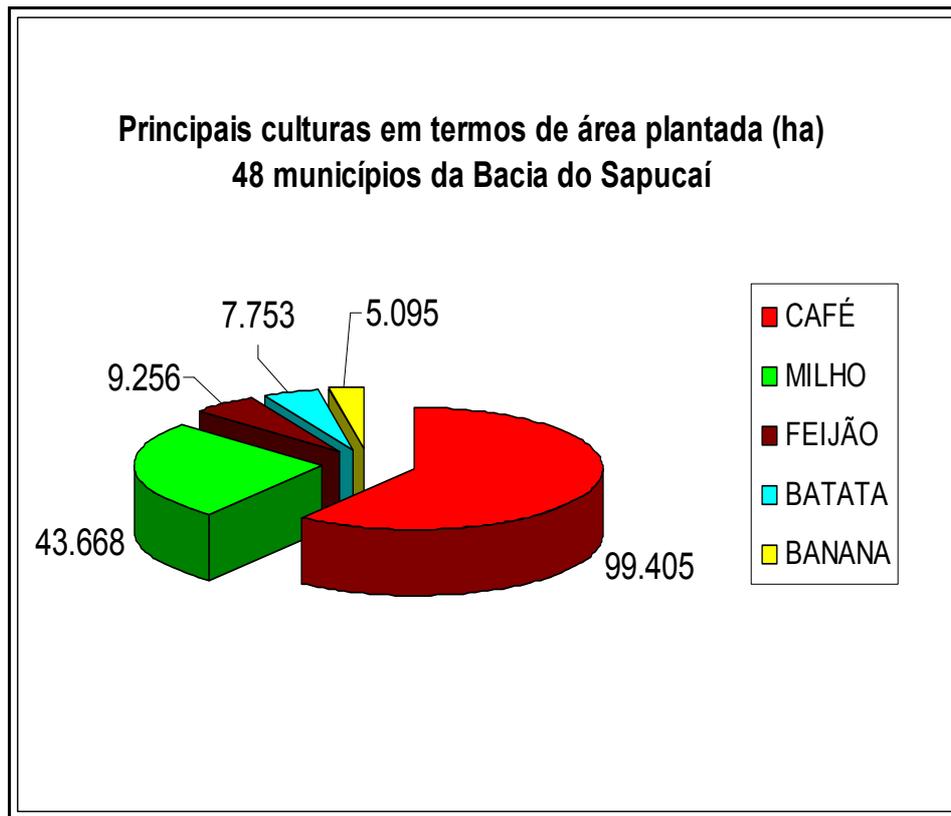


Gráfico 9 – Principais culturas em termos de área plantada: lavouras temporária e permanente.

FONTE: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2007

Apesar de ser uma região de policultivos, a cafeicultura tem grande expressão ocupando vasta área territorial. O café é o carro chefe na lavoura permanente. Essa cultura está presente em 64,6% dos municípios e é uma das 3 principais em 22% deles (Gráfico 9). A cafeicultura, atividade iniciada na região Sul de Minas no século XIX, ocupa 99.405 ha, o que representa mais de 10% da área territorial da bacia. Minas Gerais é o maior produtor de café do país, responsável por 58% do total do café brasileiro. O Sul de Minas Gerais, por sua vez, responde por 53% da produção estadual.

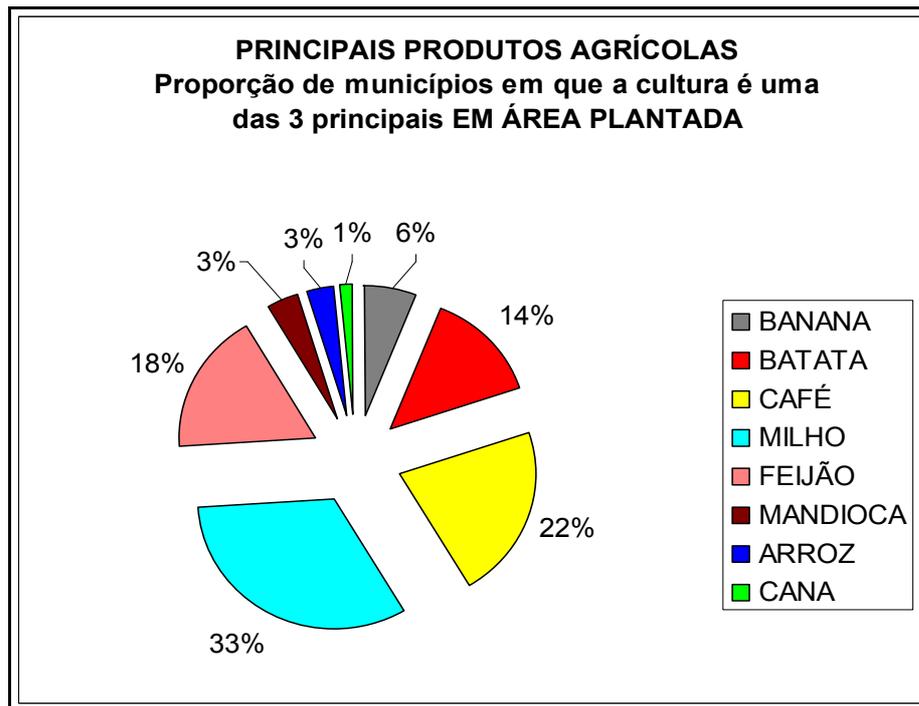


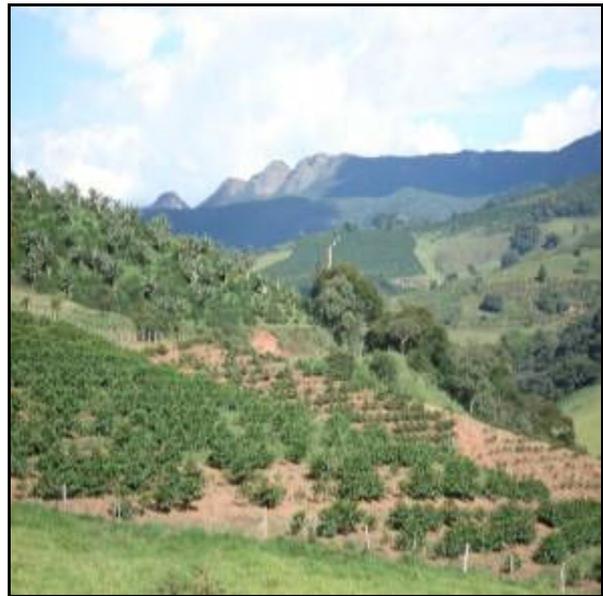
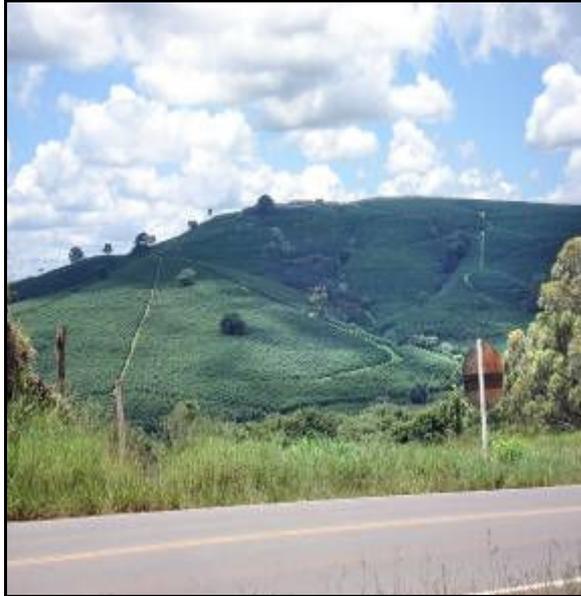
Gráfico 10 – Principais produtos agrícolas nos municípios com território na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí

FONTE: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2007

A cafeicultura, em geral ocupa áreas de declividade acentuada sujeitas a processos de intemperismo. Houve um avanço significativo na forma de seu manejo produtivo, com a difusão de novas técnicas como plantio em curvas de nível, utilização de cobertura do solo e sombreamento², tornando menores os riscos ambientais (IGA, 2007). Porém, a exploração intensiva do solo no modelo convencional de agricultura³ e o manejo inadequado leva, em alguns casos, à exposição do solo à erosão. O contraste entre áreas com resultados diferentes em relação à exposição do solo pode ser visto nas Fotos 17 e 18.

² O sombreamento de cafezais vem sendo utilizado no Brasil, assim como em outros países, com o objetivo de aumentar a sustentabilidade socioambiental, permitindo aumento da biodiversidade, melhor conservação do solo e menor dependência de insumos externos ao sistema produtivo. Cafezais manejados com base em princípios agroflorestais em propriedades da agricultura familiar, além de prestar bons serviços ambientais, como na conservação dos solos, têm resultado em melhoria da qualidade dos produtos colhidos. Esta técnica utiliza espécies de maior porte para promover sombra sobre a plantação.

³ A agricultura convencional baseia-se na monocultura, no uso intensivo de insumos externos (como adubos e agrotóxicos) e na mecanização.



Fotos 17 e 18 – Plantações de café em encostas e os sinais evidentes de degradação e exposição do solo à erosão na foto da direita.

Apesar de ser uma planta nativa do sub-bosque, no Brasil o café é cultivado a pleno sol e no sistema de monocultivo o que o torna altamente demandante de adubos químicos, para a manutenção da produtividade e, também, de agrotóxicos, para o controle de pragas e doenças, podendo causar desequilíbrio ao meio ambiente e à saúde dos agricultores e consumidores. Existem, na região, algumas experiências de cultivo de café orgânico ou em sistema agroflorestal⁴.

Entre os produtos da lavoura temporária, destacam-se o milho, uma das principais culturas em 97,9% dos municípios, e o feijão, cultura tradicional da agricultura familiar, presente entre as principais lavouras em 54,2% dos municípios. Do ponto de vista ambiental deve-se estar atento a essas culturas em função da forma convencional de plantio utilizada pela maioria dos produtores. O revolvimento e exposição do solo (aração profunda e gradagem⁵), em especial na safra de verão, favorece processos erosivos. O uso freqüente de maquinário pesado nas práticas agrícolas (tratores) ao mesmo tempo em que revolve a camada superficial do solo promove a compactação das camadas mais profundas, dificultando a penetração da água e favorecendo o escoamento superficial.

⁴ Os sistemas agroflorestais (SAF) são sistemas de uso da terra nos quais árvores são utilizadas e manejadas em associação com cultivos agrícolas e animais, de modo a oferecer serviços ambientais (como sombra e adubação) e diversificação das fontes de renda.

⁵ Utilização de implemento agrícola (grade) para revolvimento e destorroamento do solo.

A batata também aparece com destaque. Em 2007, ocupou 7.753 hectares, sendo um dos três principais cultivos (em termos de área plantada) em 14% dos municípios, e estando presente em 47,5% deles. A bataticultura tem características peculiares que exigem atenção especial. É uma cultura migratória, faz uso de grande quantidade de agrotóxicos e, sendo uma cultura de inverno exige irrigação, fator agravante em termos do seu potencial de impacto ambiental. Um dos grandes desafios apresentados por essa cultura deriva do fato de sua exploração ser predominantemente realizada por arrendatários de terra e não por proprietários. Não sendo proprietários, poucos bataticultores utilizam práticas de conservação do solo (terraceamento, plantio em curva de nível), contribuindo assim para o processo erosivo e para a contaminação dos cursos de água pelos resíduos químicos. Isso é agravado ainda mais pela dificuldade que os órgãos de orientação técnica têm em realizar o trabalho de conscientização desses produtores, devido à característica migratória da atividade e ao fato deles não estarem organizados em associações. O município de Maria da Fé é um exemplo desta situação.

Na macrorregião Sul/Sudoeste de Minas são expressivas as culturas de banana, morango, tangerina, pêssego e figo. Um dos dois pólos de viticultura de Minas Gerais é a região Sul abrangendo, na bacia do Sapucaí, o município de São Gonçalo do Sapucaí, que produz uvas destinadas ao consumo “*in natura*”.

Entre tais culturas, a bananicultura é um dos destaques, em 6% dos municípios está entre as três principais culturas. É importante estar atento a ela, segundo um agrônomo entrevistado. A banana tem raízes superficiais não promovendo a fixação do solo e os bananais têm sido plantados em áreas íngremes o que facilita processos erosivos. Na Bacia do Sapucaí o cultivo de banana destaca-se no município de Brasópolis e Pedralva, ambos com mais de 1.400 hectares de área plantada (Foto 19).



Foto 19 – Bananeiral em encosta.

Minas é o maior produtor de morango do Brasil. De acordo com Pereira, “Minas Gerais é hoje um dos estados que mais produz morango no país, produzindo cerca de 40 mil toneladas/ano, o equivalente a 40% da produção nacional” (Pereira, 2006: 22). O Sul de Minas concentra 95% da produção mineira. Ainda segundo Pereira, a cultura foi introduzida por volta de 1958, no município de Estiva, estendendo-se para as comunidades rurais do município de Cambuí e Pouso Alegre. Dentre os municípios produtores Pouso Alegre e Estiva destacam-se tanto em área cultivada e número de produtores. Em 2003, eram 833 produtores em Estiva e 1200 em Pouso Alegre (com concentração no bairro Cruz Alta).

O cultivo de morango é uma atividade que envolve especialmente pequenos produtores em regime familiar. De acordo com os próprios produtores os principais problemas esta cultura derivam da necessidade de irrigação (apesar do consumo de água não ser excessivo, sendo utilizado o sistema de gotejamento) e do uso intensivo de defensivos para o controle de pragas (EPAMIG, 2009) e insumos, como o plástico para proteção dos frutos. Vinculada à irrigação está o problema da má qualidade da água utilizada devido à contaminação biológica (presença de coliformes fecais). Outro problema é a destinação dos plásticos utilizados no cultivo.

Pesquisa sobre o manejo de agrotóxicos pelos produtores de morango em três municípios do Sul de Minas (Tocos do Moji, Pouso Alegre e Estiva), realizada em 2006, revela o uso intenso de agrotóxicos sem os cuidados necessários para a proteção individual e do meio

ambiente. Metade dos 302 agricultores entrevistados declararam nunca haver recebido orientação em relação ao descarte das embalagens vazias e, a maior parte deles aprendeu a utilizar os agrotóxicos com a própria família ou sozinhos (PEREIRA, 2006). Outro dado preocupante é a compra de produtos sem receita. Apenas um em cada 10 compra agrotóxicos exclusivamente com receita, enquanto 90,2% adquirem o produto com ou sem a prescrição agrônômica. Essa situação indica a existência de riscos de contaminação ambiental e a necessidade de estudos para melhor averiguação, assim como a necessidade de políticas públicas voltadas para a capacitação pedagógica dos produtores rurais, uma população adulta e com baixa escolaridade.

Em 2009, foi realizada uma grande apreensão de agrotóxicos, em municípios da região (entre eles Cambuí) que estavam sendo vendidos de maneira irregular.

A EPAMIG, juntamente com a EMATER, vem trabalhando juntamente com esses agricultores alternativas de manejo da cultura através da substituição de insumos e métodos de controle ecológico de pragas, além da questão da qualidade da água.

Uma das dificuldades citadas no estudo da EPAMIG, a partir da prospecção de demandas dos produtores das culturas de morango e batata, na mesoregião e no município de Pouso Alegre, refere-se a aspectos de natureza sociocultural, entre eles “às dificuldades de mobilização e agregação dos agricultores com vistas à obtenção de benefícios comuns, ou seja, às dificuldades de se articularem em torno de organizações que representem seus interesses” (EPAMIG, 2009: 25).

Dois tipos de consideração podem ser feitos a partir dessa caracterização da forma de uso e ocupação do solo. Uma delas refere-se à forma de manejo dos sistemas produtivos, outra, ao conflito entre a legislação ambiental e as formas de uso e ocupação do solo.

A forma de manejo produtivo das atividades agropecuárias na BHRS precisa ser revista. No sistema de produção predominante no país, a pecuária extensiva, a base de alimentação do gado é o pasto. O sistema de pastoreio contínuo, devido à inexistência de manejo rotativo do gado em piquetes, tem conseqüências danosas do ponto de vista ambiental. O pisoteio adensa o solo dificultando a infiltração da água e o pastejo intensivo não permite a rebrota do capim deixando o solo exposto. Ambos os processos favorecem o carreamento de sólidos para os cursos d'água.

O tipo de solo predominante na BHRS, os latossolos, são profundos e extremamente porosos. Se, por um lado, eles são propícios à agricultura, por outro, favorecem o processo de lixiviação⁶ e a contaminação dos lençóis freáticos por resíduos dos insumos químicos (adubos e agrotóxicos). Esse fato exige a proposição de medidas de avaliação de impacto e medidas mitigadoras do impacto ambiental causado pelas atividades agrícolas.

A cobrança, pelo governo federal, de aplicação do Código Florestal tem gerado polêmica em todo o Brasil. A forma de uso e ocupação do solo, seja urbano ou rural, não respeita o estabelecido pelo Código. No Sul de Minas áreas cultivadas, como os cafezais, ocupam diversas categorias de APP: por declividade, topo de morro e margem de cursos d'água. A aplicação do código pode significar, em alguns casos, a desestruturação dos sistemas produtivos existentes. Isso ocorre, principalmente, quando se trata de pequenas propriedades rurais. Esta realidade precisa ser considerada nos programas propostos pelo Plano de Bacia

✓ **Reservatórios e/ou Barragens**

Pode-se considerar atualmente na bacia do Sapucaí como grandes projetos de Engenharia Hídrica:

- ✓ As barragens para contenção de cheias, cujos projetos e licenciamentos devidos estão em andamento junto ao órgão ambiental municipal. A empresa responsável pela elaboração dos estudos é a COPASA. Essas barragens são brevemente comentadas no estudo de Compatibilização de Alternativas das Disponibilidades e Demandas Hídricas;
- ✓ Três PCH's - Pequenas Centrais Hidrelétricas existentes no Alto Sapucaí: PCH Luiz Dias – Itajubá; PCH São Bernardo – Piranguçu; PCH Ninho da Águia (em construção) - Delfim Moreira.

Existem ainda na bacia diversos processos de Licenciamento de barragens para geração de energia elétrica, conforme pode ser observado no Quadro 9.

⁶ A lixiviação é o processo de penetração dos adubos e agrotóxicos solúveis no solo levados tanto pela água pluvial como pela água utilizada em excesso, no caso de irrigação.

Quadro 9 – Pedidos de licença ambiental de barragens para geração de energia elétrica na bacia do rio Sapucaí

FOB / ano	FCE / ano	Data de emissão	Empreendimento	Objeto(s) de Licenciamento	Órgão de Origem	Município	Tipo
69972/2005	31069/2005	13/4/2005	ASSOCIAÇÃO PRÓ ENERGIAS RENOVÁVEIS	USINA HIDRELÉTRICA	IGAM	ITAJUBÁ	LP
192869/2005	009035/2005	15/7/2005	PCH REPI - REDE ELÉTRICA PIQUETE -	APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO - PCH R	FEAM	WENCESLAU BRAZ	LO
201230/2005	R039092/2005	22/7/2005	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGENS DE GERAÇÃO DE ENERGIA - H	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LO
204574/2005	R038778/2005	26/7/2005	JOSÉ RIBEIRO BUENO	BARRAGENS DE GERAÇÃO DE ENERGIA - H	SUPRAMSM	CAMBUÍ	LO
153927/2006	F022487/2006	14/9/2006	CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A - P	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA HIDR	FEAM	ITAJUBÁ	LO
1870/2007	R094465/2006	3/1/2007	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA HIDR	SUPRAMSM	ITAJUBÁ	LO
478259/2007	R086991/2007	21/9/2007	CENTRAL DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	CAMBUÍ	LI
481174/2007	R089953/2007	24/9/2007	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	ITAJUBÁ	LO
556622/2007	R095856/2007	29/10/2007	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LO
375115/2008	R073954/2008	29/7/2008	CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA CACHO	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	DELFIN MOREIRA	LP+LI
478336/2008	R090688/2008	29/7/2008	CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA FUNIL	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA, LIN	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LP+LI
478523/2008	R090713/2008	29/7/2008	CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA QUINC	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LP+LI

FOB / ano	FCE / ano	Data de emissão	Empreendimento	Objeto(s) de Licenciamento	Órgão de Origem	Município	Tipo
513658/2008	R098346/2008	8/8/2008	CENTRAL DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	CAMBUÍ	LI
153139/2009	R205829/2009	22/4/2009	CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA CACHO	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	DELFIN MOREIRA	LP+LI
388924/2009	R252489/2009	31/7/2009	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA, SUB	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LO
409491/2009	R256798/2009	7/8/2009	CENTRAL DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA DE	SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, BAR	SUPRAMSM	CAMBUÍ	LO
158557/2008	R030607/2008	31/8/2009	PCH RIO MANSO	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	ITAJUBÁ	LP+LI
207380/2010	R034753/2010	30/3/2010	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA HIDR	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LO

✓ **Indústrias**

Em relação a presenças de indústrias na bacia do rio Sapucaí, destaca-se os municípios de Santa Rita do Sapucaí (Vale da eletrônica), Itajubá e Pouso Alegre.

As principais indústrias existentes na bacia podem ser visualizadas no Quadro 10.

Quadro 10 – Principais Indústrias na bacia do Rio Sapucaí

Empreendimento	Atividade	Município	Classe
Aees Power System Do Brasil Sistemas Elétricos (Ex Afl Do Brasil Ltda)	Fabricação de componentes eletro-eletrônicos.	Itajubá	5
Areva Trans. & Dist. De Energia Ltda(Ex-Alstom Trans. & Dist. Ene	Fabricação de componentes eletro-eletrônicos.	Itajubá	5
Helicopteros Do Brasil S.A. - Helibras	Fabricação, montagem e reparação de aeronaves, fabricação e reparação de turbinas e motores de aviação.	Itajubá	5
Higident Do Brasil Industria E Comercio Ltda	Fabricação de produtos de perfumaria e cosméticos.	Itajubá	5
Higident Do Brasil Industria E Comercio Ltda	Fabricação de produtos de perfumaria e cosméticos.	Itajubá	5
Higident Do Brasil Industria E Comercio Ltda	Fabricação de produtos de perfumaria e cosméticos.	Itajubá	5
Frigorífico Vale Do Sapucaí Ltda	Abate de animais de médio e grande porte (suínos, ovinos, caprinos, bovinos, eqüinos, bubalinos, muares, etc.).	Itajubá	6
Indústria De Material Bélico Do Brasil - Imbel	Fabricação de material bélico.	Itajubá	6
Cimed Industria De Medicamentos Ltda.	Fabricação de medicamentos exceto aqueles previstos no item C-05-01	Pouso Alegre	5
Laboratório Sanobiol Ltda	Fabricação de medicamentos exceto aqueles previstos no item C-05-01	Pouso Alegre	5
Silver Indústria E Comércio De Acessórios Para Construção Civil Ltda	Moldagem de termoplástico organoclorado, sem a utilização de matéria-prima reciclada ou com a utilização de matéria-prima reciclada a seco.	Pouso Alegre	5
Uniao Quimica Farmaceutica Nacional S.A.	Fabricação de medicamentos exceto aqueles previstos no item C-05-01	Pouso Alegre	5
Automotiva Usiminas S.A Ex (Usiparts S.A Sistemas Automotivos)	Fabricação de peças e acessórios para veículos rodoviários, ferroviários e aeronaves	Pouso Alegre	6

Empreendimento	Atividade	Município	Classe
Ute Ybare Pouso Alegre	Produção de energia termoelétrica.	Pouso Alegre	6
Leucotron Equipamentos Ltda.	Montagem de máquinas, aparelhos ou equipamentos paratelecomunicação e informática.	Santa Rita do Sapucaí	3
Metagal Industria E Comercio Ltda	Fabricação de peças e acessórios para veículos rodoviários, ferroviários e aeronaves	Santa Rita do Sapucaí	3
Sense Eletrônica Ltda	Fabricação de componentes eletro-eletrônicos.	Santa Rita do Sapucaí	3
Tjm Estamparia De Metais Ltda	Estamparia, funilaria e latoaria com ou sem tratamento químico superficial.	Santa Rita do Sapucaí	3
Linear Equipamentos Eletronicos S/A	Montagem de máquinas, aparelhos ou equipamentos paratelecomunicação e informática.	Santa Rita do Sapucaí	4
Eletronicpell Indústria E Comércio De Embalagens, Circuitos E Gerenciamento De Resíduos Industriais	Outras formas de tratamento ou de disposição de resíduos não listadas ou não classificadas.	Santa Rita do Sapucaí	5
Metagal Industria E Comercio Ltda	Fabricação de peças e acessórios para veículos rodoviários, ferroviários e aeronaves	Santa Rita do Sapucaí	6
M.H Mineracao (Ex - Min. Itaminas Ltda)	EXTR.DE OUTROS MINERAIS NAO METALICOS	Delfim Moreira	II - A
Lavra De Quartzito	EXTR.DE OUTROS MINERAIS NAO METALICOS	Delfim Moreira	II - A
Brita Cambui Industria E Comercio Ltda	Extração de rocha para produção de britas com ou sem tratamento	Cambuí	3
Linha De Transmissão Cambuí 2 - Paraisópolis E Itajubá 3 - Paraisópolis 138 Kv	Linhas de transmissão de energia elétrica	Cambuí	3
Laticínios Heloísa Ltda	Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios.	Cambuí	3
Valestamp Industria E Comercio Ltda.	Estamparia, funilaria e latoaria com ou sem tratamento químico superficial.	Cambuí	3
Prevent Thierry Brasil Ltda	Fabricação de peças e acessórios para veículos rodoviários, ferroviários e aeronaves	Cambuí	5

6. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

Com base em um diagnóstico da bacia hidrográfica, produzido a partir de dados secundários disponíveis, o Plano deverá considerar e compatibilizar os programas setoriais e demais instrumentos de gestão, bem como identificar as necessidades de aquisição de informações (dados primários) ao longo de sua vigência, capazes de suprir as deficiências constatadas e possibilitar uma melhor compreensão da realidade da bacia por ocasião de revisões ou complementações subseqüentes do plano.

O presente estudo visa determinar de forma quantitativa e simplificada a disponibilidade hídrica na bacia do Rio Sapucaí.

A disponibilidade de água em rios, lagos e aquíferos depende de diversos aspectos relacionados, entre outros, ao clima, ao relevo e à geologia da região; e deve atender aos usos múltiplos na bacia. As disponibilidades hídricas representam as parcelas dos recursos de água que podem ser aplicadas nas diversas utilizações das atividades de uso consuntivos e não consuntivos, geralmente associadas aos indicadores de valores mínimos. De fato, considerando a variabilidade dos estoques de água na natureza, ora com ocorrências em excesso, ora em regimes de escassez, o confronto com as demandas deve ser feito para as condições de eventos extremos mínimos, como forma de assegurar um atendimento pleno no restante do tempo.

A quantificação hídrica neste estudo além de se basear nos indicadores de variáveis hidrológicas mínimas tais como: vazão mínima de 7 dias consecutivos e vazão mínima com 95% de permanência no tempo; tratará da vazão média de longo período (média das vazões médias diárias anuais) e da vazão máxima diária anual. Para um melhor entendimento espacial dessas variáveis, a bacia é subdividida em Alto, Médio e Baixo Sapucaí. Para tanto visando um melhor entendimento da disponibilidade hídrica na bacia serão considerados os rios mais significativos e de maior contribuição hídrica dentro da bacia.

A análise de frequência dos eventos extremos pode ser local, utilizando-se a série de dados de uma única estação fluviométrica, ou regional, fazendo uso dos dados de várias estações de uma região. Neste estudo, trabalhou-se com dados de estações isoladas e também se fez uso de regionalizações de outros estudos existentes na bacia, o que será detalhado adiante. As equações de ajustes desses estudos servirão como base de comparação bem

como complementação de informações necessárias para quantificar as vazões na bacia do Sapucaí como um todo.

6.1 Estudos hidrológicos já realizados na bacia

Maia (2003) em seu trabalho intitulado 'Estabelecimento de Vazões de Outorga na Bacia Hidrográfica do Alto Sapucaí, com a utilização de Sazonalidade' quantificou a $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de tempo de recorrência) de 26 estações fluviométricas localizadas na região do Alto Sapucaí. As séries de dados foram extraídas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Várias curvas de distribuição de probabilidade teóricas encontradas na literatura foram utilizadas por Maia (2003), sendo a de melhor ajuste utilizada para obter os valores da $Q_{7,10}$. Maiores detalhes podem ser vistos no trabalho de Maia (2003). Aqui serão utilizadas apenas informações que servirão de apoio a este trabalho.

Para os locais onde não há registros fluviométricos Maia (2003), considerando as 26 sub-bacias, propôs a equação de regionalização (Eq.01) para $Q_{7,10}$ em função da área de drenagem da bacia (Ab)

$$Q_{7,10} = 0,0055 Ab \quad (\text{Eq. 01})$$

Sendo:

- ✓ Ab = área de drenagem da bacia, em km^2 .
- ✓ $Q_{7,10}$ = vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de tempo de recorrência, em m^3/s .

A Tabela 17 a seguir contém um resumo das estações utilizadas por Maia (2003)

Tabela 17 – Dados das estações fluviométricas utilizadas por Maia (2003).

Código	Estação	Latitude	Longitude	Curso de água
61250000	Fazenda da Guarda	-22 41 16	-45 28 47	Rio Sapucaí
61255000	Vila Maria	-22 36 00	-45 23 00	Rib. São Bernardo
61266000	Fazenda Córrego Alegre	-22 32 00	-45 27 00	Rib. do Ataque
61267000	Delfim Moreira	-22 30 35	-45 17 12	Rib. do Taboão
61271000	Itajubá	-22 26 36	-45 25 35	Rio Sapucaí
61272000	Itajubá	-22 26 00	-45 27 00	Rio Sapucaí
61280000	Bairro Santa Cruz	-22 24 25	-45 12 54	Rio Lourenço Velho
61285000	São João de Itajubá	-22 22 31	-45 26 54	Rio Lourenço Velho
61295000	Brasópolis	-22 28 11	-45 37 19	Rib. Vargem Grande
61305000	Santa Rita do Sapucaí	-22 15 05	-45 42 32	Rio Sapucaí
61317000	Posto Fiscal Rio Negro	-22 46 00	-45 45 00	Rio Pequeno
61323000	Usina Paraisópolis	-22 36 00	-45 47 00	Rib. Vermelho
61335000	Cachoeira Gonçalves	-22 34 00	-45 53 00	Rio Capivari
61343000	Bairro do Analdino	-22 33 54	-45 53 01	Rio Capivari
61350000	Conceição dos Ouros	-22 24 52	-45 37 31	Rio Sapucaí Mirim
61360000	Cambuí	-22 36 26	-46 00 31	Rio Itaim
61370000	Ponte do Rodrigues	-22 21 14	-45 51 17	Rio Itaim
61380000	Pouso Alegre	-22 13 00	-45 59 00	Rio Mandu
61405000	Usina São Miguel	-22 00 00	-45 00 00	Rib. São Miguel
61429000	Itanhandu	-22 17 40	-44 56 12	Rio Verde
61431000	Bairro São Geraldo	-21 23 00	-44 58 00	Rio Passo Quatro
61434000	Itanhandu	-22 17 00	-45 00 00	Rio Passo Quatro
61440000	Itamonte	-22 17 00	-44 38 00	Rio Capivari
61443000	Conquista	-22 15 00	-44 50 00	Rib. da Conquista
61447000	Usina Pouso Alto	-22 12 00	-44 58 00	Rib. Pouso Alto
61450000	São Lourenço	-22 07 00	-45 05 00	Rio Verde

Obs.: Algumas dessas estações encontram-se desativadas atualmente.

A Eq.01 é melhor aplicada em trechos de rios situados na região do Alto Sapucaí.

Outro estudo mais detalhado e completo com informações hidrológicas regionalizadas da sub-bacia do Sapucaí está disponível no 'Atlas Digital das Águas de Minas', sendo grande parte dos resultados disponível para consultas através do site <http://www.hidrotec.ufv.br>. Na técnica de regionalização hidrológica feita para a bacia do rio Grande, onde a sub-bacia do Sapucaí (GD5) está inserida, estimou-se as seguintes variáveis hidrológicas: vazão média de longo período, curvas de permanência e curvas de regularização.

As informações hidrológicas do Atlas de Minas foram armazenadas ao longo da rede hidrográfica de 10 em 10 km, da nascente até a foz do Grande. Portanto os dados de vazão da forma que estão registrados estão prontos para serem utilizados no Atlas. No caso de pesquisa em pontos de interesse onde não há informações diretas de vazão na tela, é possível consultar os 'modelos ajustados por curso de água' e então estimar a vazão no ponto desejado.

Na regionalização hidrológica realizada na bacia hidrográfica do rio Grande foram utilizadas estações contidas ao longo de toda a bacia do rio Grande. As séries históricas dessas estações possuem registros de vazões desde o ano de 1950 até 2002, totalizando 53 anos de registros por estação.

Os Modelos gerados com as variáveis e funções hidrológicas disponibilizadas, de interesse nesse estudo, ao longo dos cursos de água são conforme Eqs.02 a 08.

$$Q_{7,10} = 0,00686 A^{0,9495} \quad \text{Eq.02}$$

$$Q_{mlp} = 0,0299 A^{0,9515} \quad \text{Eq.03}$$

$$Q_{95} = 0,0089 A^{0,9667} \quad \text{Eq.04}$$

$$Q_{\max 10} = 0,4871 A^{0,8425} \quad \text{Eq.05}$$

$$Q_{\max 20} = 0,5606 A^{0,8425} \quad \text{Eq.06}$$

$$Q_{\max 50} = 0,6556 A^{0,8425} \quad \text{Eq.07}$$

$$Q_{\max 100} = 0,7269 A^{0,8425} \quad \text{Eq.08}$$

Sendo:

- ✓ A = Área de drenagem à montante da seção, km^2 ;
- ✓ Q_{mlp} = Vazão média de longo período, m^3/s ;
- ✓ $Q_{7,10}$ = Vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos, m^3/s ;
- ✓ Q_{95} = Vazão com intervalo diário e 95% da curva de permanência, m^3/s ;
- ✓ $Q_{\max 10}$ = Vazão máxima diária anual com $Tr = 10$ anos, m^3/s ;
- ✓ $Q_{\max 20}$ = Vazão máxima diária anual com $Tr = 20$ anos, m^3/s ;
- ✓ $Q_{\max 50}$ = Vazão máxima diária anual com $Tr = 50$ anos, m^3/s ;
- ✓ $Q_{\max 100}$ = Vazão máxima diária anual com $Tr = 100$ anos, m^3/s ;

O Intervalo das áreas de drenagem recomendado para a aplicação dos modelos das variáveis e funções hidrológicas estudadas (Eqs. 02 a 08) está entre 72,8 km² a 14.854 km².

Vale ainda destacar que o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, atualmente, aceita para estudos de outorga no estado de Minas Gerais as informações de vazão disponibilizadas no Atlas Digital.

Outros estudos existentes para a bacia do Sapucaí que envolvem quantificação hídrica estão citados na Tabela 18 a seguir como fontes para futuras pesquisas.

Tabela 18 – Estudos hídricos na Bacia do Sapucaí.

Estudo	Objetivos	Fonte
<ul style="list-style-type: none"> Relatório de Medições de Vazão da Estação Fluviométrica Universitas Relatório de Medições de Vazão da Estação Fluviométrica Bicas Relatório de Medições de Vazão da Estação Fluviométrica Borges Relatório de Medições de Vazão da Estação Fluviométrica Caquendi Relatório de Medições de Vazão da Estação Fluviométrica Água Limpa 	Levantamento de curva-chave com a função de fornecer informações sobre o comportamento do rio da estação analisada.	Relatório Final de Atividades – referente ao Processo IGAM 224/005 – SEG 238/2004 – Dezembro 2004.
<ul style="list-style-type: none"> Avaliação Técnica e Histórica das Enchentes em Itajubá - MG 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação dos níveis máximos de cheias e a vazão ocorrida nas cheias históricas; - Estabelecimento de curva-chave para o Rio Sapucaí, dentro do perímetro urbano, da cidade de Itajubá – MG; - dentre outros. 	Dissertação apresentada à Universidade Federal de Itajubá – 2005.
<ul style="list-style-type: none"> Elaboração de Manchas de Inundação para o Município de Itajubá, Utilizando SIG 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de manchas de inundação para a área urbana de Itajubá, desenvolvendo um tutorial que possa ser aplicado em outras áreas urbanas com as mesmas características. 	Dissertação apresentada à Universidade Federal de Itajubá 2006
<ul style="list-style-type: none"> Relatório Técnico – Projeto Agenda Água - Bacia do Rio Sapucaí. 	Caracterização ambiental do espaço ocupado pela bacia do rio Sapucaí, a partir de dados secundários, analisando aspectos considerados relevantes dos sub-sistemas físico e socioeconômico, no que toca ao uso dos recursos hídricos, de modo a gerar subsídios que venham a fortalecer a ação e a objetivar as atividades do Comitê de Bacia.	Relatório Técnico – RT 5– 4 Parte, Projeto Agenda Água - Bacia do Rio Sapucaí. ANA.IGAM.

6.2 Metodologia de Quantificação de Disponibilidade Hídrica

Conforme mencionado, a análise de frequência dos eventos extremos pode ser local, utilizando-se a série de dados de uma única estação fluviométrica, ou regional, fazendo uso dos dados de várias estações de uma região. Neste estudo, trabalhou-se com análise de frequência de eventos extremos utilizando-se de série de dados de estações isoladas dentro da bacia e, para os casos onde há falta de dados, fez uso de regionalizações de outros estudos hidrológicos já existentes para a bacia, conforme apresentando no item 9.1, adotando-se um fator de correção, objetivando ajustar o modelo para as reais condições da sub-bacia do Sapucaí.

A Figura 14 ilustra as estações fluviométricas que foram utilizadas para estudar a bacia em questão e que serão tomadas como referência para obtenção das variáveis hidrológicas em pontos onde não possuem estações. Em seguida, a Tabela 19 contém os códigos e nomes dessas estações, com as respectivas áreas de drenagem, localização na bacia e o período da série histórica considerada. Todas as estações citadas estão ativadas até o presente momento.

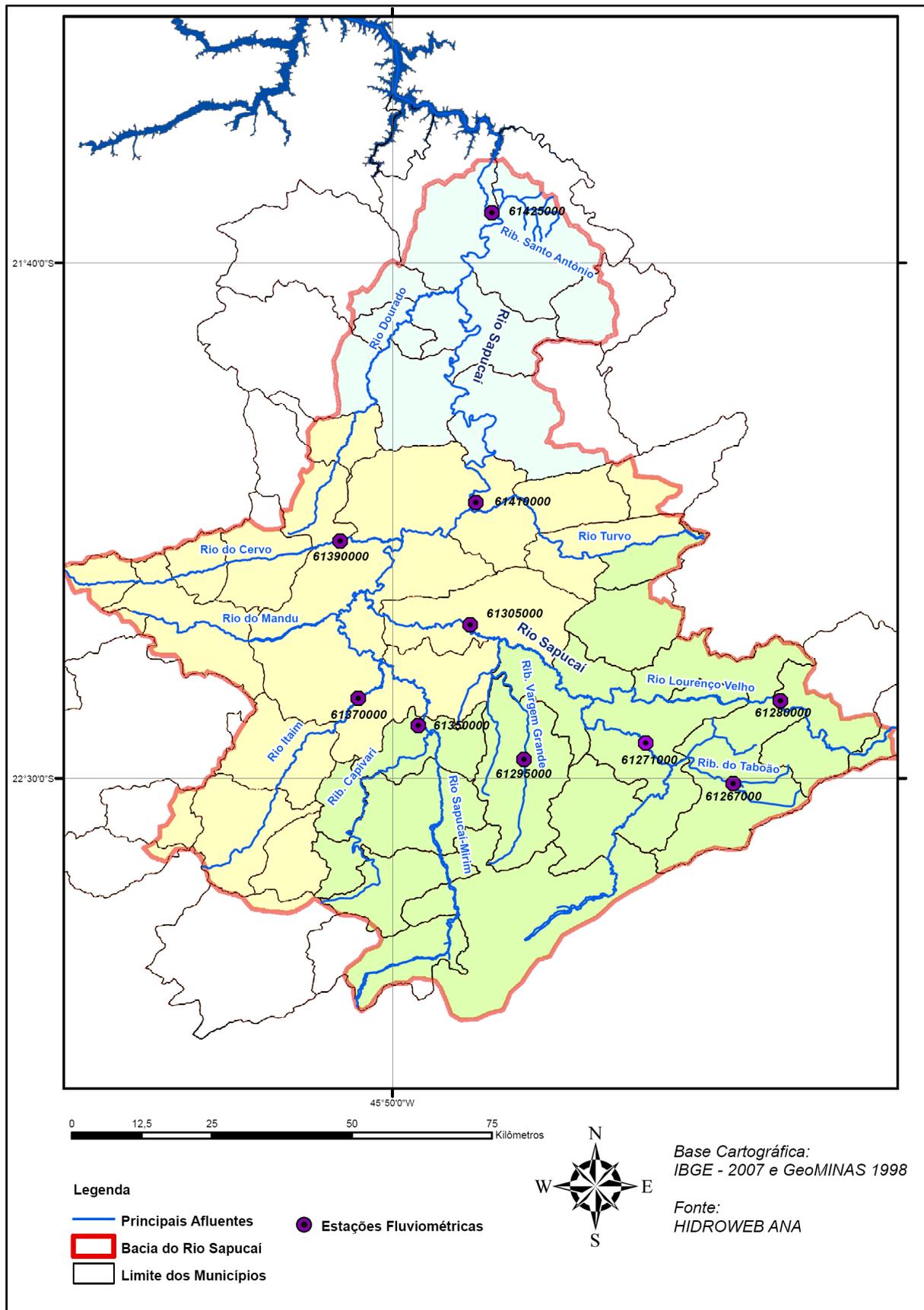


Figura 14 – Estações fluviométricas adotadas para o estudo hidrológico da bacia do rio Sapucaí.

Tabela 19 – Dados das estações fluviométricas utilizadas.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Curso de água	A _d (km ²)	Período
61267000	Delfim Moreira	-22 30 30	-45 17 13	Rib. do Taboão	76	1940-2003
61271000	Itajubá	-22 26 34	-45 25 38	Rio Sapucaí	869	1973-2002
61280000	Bairro Santa Cruz	-22 22 14	-45 12 57	Rio Lourenço Velho	270	1966-2003
61295000	Brasópolis	-22 28 11	-45 37 19	Rib. Vargem Grande	158	1937-2002
61305000	Santa Rita do Sapucaí	-22 15 05	-45 42 32	Rio Sapucaí	2811	1929-2002
61350000	Conceição dos Ouros	-22 24 52	-45 47 31	Rio Sapucaí Mirim	1307	1934-2005
61370000	Ponte do Rodrigues	-22 22 14	-45 53 17	Rio Itaim	745	1937-2002
61390000	Vargem do Cervo	-22 06 59	-45 55 04	Rio do Cervo	485	1937-1988
61410000	Careaçu	-22 03 14	-45 41 58	Rio Sapucaí	7346	1965-2003
61425000	Paraguaçu	-21 35 07	-45 40 26	Rio Sapucaí	9424	1960-2007

Os dados das séries históricas das estações fluviométricas citadas foram obtidos no banco de dados do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb), disponível no site da Agência Nacional de Águas (www.ana.gov.br).

A análise de cada série histórica foi realizada com o auxílio do software Regionalização Hidrológica RH4.0, ferramenta esta utilizada na regionalização contida no 'Atlas Digital de Minas' mencionado. O RH4.0 trata-se de um programa computacional eficiente em estudos de quantificação de recursos hídricos, possibilitando obter as variáveis e funções hidrológicas de forma simples e rápida, em base científico-tecnológica, consoante com a agilidade que as decisões, no âmbito da administração dos recursos hídricos requerem. Todas as séries históricas trabalhadas possuem dados consistidos originalmente, o que podem ser confirmados quando da análise feita pelo software.

Os resultados estimados para as variáveis hidrológicas de interesse neste trabalho serão apresentados de forma detalhada para cada estação e, para o caso das vazões máximas e mínimas, é realizada uma comparação dessas vazões estimadas com o uso das equações de regionalização. No caso das vazões mínimas, estas ainda são estimadas em pontos notáveis na bacia, onde não existem estações fluviométricas.

6.2.1 Pontos Notáveis

Os pontos notáveis selecionados foram em exutórios de sub-bacias dos principais afluentes da bacia e em pontos ao longo do rio Sapucaí, seguindo uma ordem cronológica partindo do Alto Sapucaí até a foz da bacia e foram utilizados no estudo de disponibilidade e Balanço Hídrico.

A Figura 15 representa esses pontos espacialmente e em seguida apresenta-se uma breve descrição de cada um desses pontos notáveis.

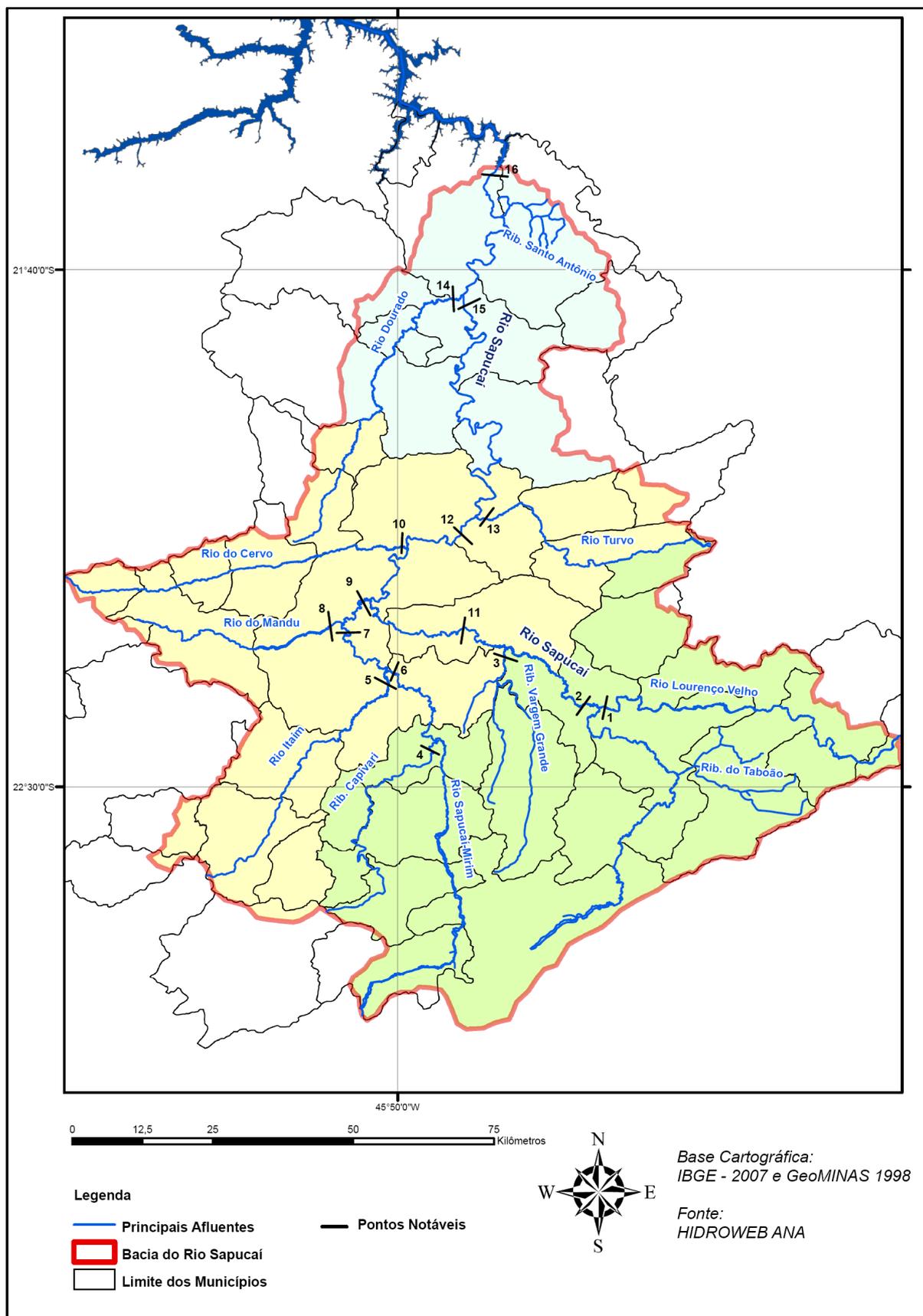


Figura 15 – Pontos notáveis da $Q_{7,10}$ contidos na Tabela 19 para a bacia do Sapucaí.

- ✓ Ponto 01: ponto localizado no rio Lourenço Velho, na divisa dos municípios de Itajubá e São José do Alegre. A montante do ponto, seguindo o curso do Lourenço Velho, há as cidades de Maria da Fé, Delfim Moreira, Marmelópolis, Virgínia e Passa Quatro. Região com predomínio de atividades agrosilvipastoris. Destaca-se a produção de batata e azeitona no município de Maria da Fé. Os municípios a montante não apresentam tratamento de esgoto. Em termos de demanda de água o principal uso a montante deste ponto notável é o abastecimento público. No rio Lourenço Velho existe a Usina Hidrelétrica Luiz Dias, operando com 2(dois) geradores, e pertencente a CEMIG.

- ✓ Ponto 02: localizado no Rio Sapucaí, após a confluência com o rio Lourenço Velho nos municípios de Piranguinho e São José do Alegre. A montante deste ponto tem-se a cidade de Itajubá. A principal característica da bacia a montante deste ponto é a inexistência de tratamento de esgoto no município de Itajubá e os abatedouros existentes na região, que apesar de apresentarem sistema de tratamento, ainda assim lançam um efluente com grande carga de matéria orgânica. O principal uso a montante deste ponto notável é o abastecimento público e o consumo industrial. De acordo com os dados do IBGE/SIDRA (2000), no município de Piranguinho 23,24% das moradias apresentam fossa rudimentar, o que contribui para a degradação ambiental da região.

- ✓ Ponto 03: localizado no Ribeirão Vargem Grande, na divisa dos municípios de Piranguinho e Cachoeira de Minas. A montante do ponto encontra-se a cidade de Brasópolis, com uma economia voltada para a agropecuária, aonde a banana vem se destacando. Há também pequenas áreas isoladas com eucalipto. Predominam nas áreas a montante a pastagem, com ocorrência de remanescentes isolados ocupando desde várzeas a encostas, e em alguns pontos coalescendo com as formações ciliares. Grande parte da faixa ribeirinha ao rio Vargem Grande ainda se encontra coberta por matas ciliares, muitas com aspecto de mata paludosa, ou seja, apresentam seu solo com elevado nível de saturação hídrica. Além das propriedades rurais na área existem alguns ranchos construídos por piscicultores, que desenvolvem criação de peixes em açudes, destinados à comercialização através da Associação dos Piscicultores de Brasópolis, que promove feira na ocasião da Semana Santa.

- ✓ Ponto 04: ponto no Rio Capivari, localizado no município de Conceição dos Ouros. É um município que tem algumas indústrias (principalmente indústria de polvilho, gesso

e duas do setor automobilístico). O principal uso a montante deste ponto notável é o consumo industrial, com quase 80% da vazão outorgada. Outro município que integra este ponto é Gonçalves, com uma população de 4.270 habitantes (IBGE, 2007). Gonçalves é umas das poucas cidades da bacia que apresenta tratamento de esgoto, atendendo uma população de 1.372 habitantes e com eficiência de 80% da redução de DBO – demanda bioquímica de oxigênio.

- ✓ Ponto 05: Localizado no rio Itaim, nas divisas dos municípios de Pouso Alegre e Cachoeira de Minas. A montante do ponto encontra-se o município de Estiva, cuja estrutura básica econômica está vinculada ao setor primário, apresentando uma produção significativa, em alguns produtos agrícolas, entre eles o morango. Destaca-se ainda a produção de hortícolas. Dentre as mais plantadas, podemos citar: alface, abóbora, pepino, tomate, cenoura, quiabo, jiló, pimentão, maxixe, couve-flor, mandioquinha, salsa e vagem. No setor industrial algumas pequenas indústrias instaladas ocupam os segmentos de confecções, laticínios e tintas. O principal uso da água a montante deste ponto notável é o abastecimento público, com quase 85% da vazão outorgada.
- ✓ Ponto 06: Ponto no Rio Sapucaí-Mirim, localizado no município de Cachoeira de Minas, a montante da confluência com o Rio Itaim. As atividades econômicas mais importantes no município são a agropecuária e cafeicultura. Por ser uma cidade com poucos habitantes, Cachoeira de Minas possui pouquíssimas indústrias. Há fábricas de confecção de roupas e uma indústria de fios e cabos elétricos. A cidade também produz mandioca que serve como matéria prima do polvilho na cidade vizinha de Conceição dos Ouros. A montante deste ponto, o abastecimento público é o uso da água de maior vazão outorgada, com 50,7%, seguido da mineração (22,7%).
- ✓ Ponto 07: localizado no Rio Sapucaí-Mirim, no município de Pouso Alegre antes da confluência com o rio Mandu. A montante do ponto prevalece áreas de agricultura. Entretanto, o principal uso da água a montante deste ponto notável é o abastecimento público, com 84% da vazão outorgada. O índice de qualidade das águas neste ponto é considerado médio. Os fatores de pressão neste ponto são lançamento de esgoto sanitário, atividade minerária, erosão, carga difusa, assoreamento e agricultura.
- ✓ Ponto 08: ponto no Rio Mandu, localizado no município de Pouso Alegre. A montante do ponto, ainda no município de Pouso alegre, prevalece áreas de agricultura da

Zona Rural de Pouso Alegre. Mais a montante encontra-se o município de Borda da Mata, onde também prevalece a agricultura. A agropecuária, base do desenvolvimento da cidade, vem lentamente perdendo espaço para a indústria têxtil, manufaturada, alimentícia e artesanal. Malharias, produção de lingerie, de artefatos de madeira, de doces caseiros, de queijos, de mel são algumas das atividades específicas da economia local. Borda da Mata é também o pólo da produção de pijamas do Estado de Minas Gerais. Em relação às outorgas concedidas, o principal uso a montante é o abastecimento público, 89,9% da vazão outorgada.

- ✓ Ponto 09: localizado no rio Sapucaí-Mirim, no município de Pouso Alegre após a confluência do Rio Mandu. O principal problema deste ponto está relacionado ao lançamento de esgotos provenientes do município de Pouso Alegre no rio Sapucaí-Mirim, já que o município não possui estação de tratamento de esgoto. O índice de qualidade das águas (IQA) neste ponto é considerado médio, e os fatores de pressão são o lançamento de esgoto sanitário, carga difusa e erosão.
- ✓ Ponto 10: ponto no Rio do Cervo, na divisa dos municípios de Pouso Alegre e Espírito Santo do Dourado. A montante do ponto está a cidade de Congonhal onde prevalece área de agricultura. O ponto forte da cidade são as indústrias de confecção. O uso predominante da água ao longo da bacia do Cervo são o abastecimento público e a irrigação, com 42,8% e 40,5%, respectivamente, da vazão outorgada. O índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Cervo foi considerado médio da nascente a cidade de Congonhal, ruim de Congonhal a Espírito Santo do Dourado e bom de Espírito Santo do Dourado até a sua foz.
- ✓ Ponto 11: localizado no Rio Sapucaí, no município de Santa Rita do Sapucaí. Santa Rita do Sapucaí é conhecida em Minas Gerais por sua vanguarda no ramo da eletrônica e telecomunicações, pois tem um arranjo produtivo local dessas indústrias. Depois do seu grande desenvolvimento, ficou conhecida como "Vale do Silício" brasileiro. A região apresenta uma grande quantidade de indústrias e não possui estação de tratamento de esgoto. Possui 2(dois) centros empresariais e mais de 110 empreendimentos de base tecnológica nas áreas de eletrônica, informática, telecomunicações, têxtil e administração. Um dos problemas encontrados a montante foram as extrações de areia ao longo do rio Sapucaí. A cidade de Santa Rita do Sapucaí também sofre com a questão das enchentes devido ao fato de ter-se desenvolvido às margens do rio Sapucaí e por se encontrar em áreas de baixas

declividades. O principal uso da água a montante deste ponto é o abastecimento público, com 89,6% da vazão outorgada.

- ✓ Ponto 12: ponto no Rio Sapucaí, localizado na divisa do município de São Sebastião da Bela Vista e Silvanópolis. Ambas as cidades não possuem tratamento de Esgoto. O território de ambas é ocupado por agricultura e pastagens. A montante desse ponto o principal uso da água é o abastecimento público, com 85,7% da vazão outorgada. Nas campanhas de Monitoramento do IGAM de 1997 a 2006, o IQA neste ponto foi considerado médio. Os principais fatores de pressão são a agricultura, a atividade mineraria e o lançamento de esgoto sanitário.
- ✓ Ponto 13: localizado no rio Turvo, no município de Careaçú. Na área a montante do ponto prevalece à agricultura, destacando o milho e o café. As reservas minerais encontradas na região são de monazita, titânio (iemenita) e zircônio. Na pecuária destaca-se a criação de galináceos e bovinos. Na parte industrial destaque para as indústrias de confecção. O principal uso a montante é o consumo agroindustrial com 60,2% da vazão outorgada.
- ✓ Ponto 14: ponto no rio Dourado, antes da confluência com o rio Sapucaí, na divisa dos municípios de Machado e Paraguaçu. Machado destaca-se na produção de café. A montante encontra-se o município de Turvolândia, cuja principal atividade está voltado para a agricultura, destacando a produção de caqui. Os usos d'água identificados a montante são o abastecimento público e irrigação, com 54,3% e 45,7%, respectivamente, da vazão outorgada.
- ✓ Ponto 15: localizado no Rio Sapucaí, antes da confluência com o rio Dourado, na divisa dos municípios de Cordislândia e Machado. Em Cordislândia a atividade agropecuária é a dominante na economia local, com destaque para as lavouras de café e gado leiteiro. Mais a montante está a cidade de São Gonçalo do Sapucaí cuja economia está baseada no agronegócio, com culturas de café e milho e produção de leite. O principal uso a montante deste ponto é o abastecimento público com 80,8% da vazão outorgada.
- ✓ Ponto 16: ponto no Rio Sapucaí na cidade de Paraguaçu próximo ao lago de Furnas. O município é um dos poucos na bacia que apresenta tratamento de esgoto. O município de Eloi Mendes está a montante do ponto 16, e destaca-se como produtor de café e milho na região. Há também a produção de amendoim, arroz em casca,

banana e mandioca. O principal uso a montante deste ponto é o abastecimento público com 77,2% da vazão outorgada. O IQA neste ponto foi, nos anos de 1997 a 2006, foi considerado médio. Os fatores de pressão neste ponto são a carga difusa, agropecuária, erosão e assoreamento.

6.2.2 Vazões Características Mínimas

A definição mais adequada de disponibilidade hídrica de um corpo de água é ainda estudada por profissionais da área. Alguns entendem ser a água que pode ser retirada de um corpo hídrico sem que se comprometa a fauna e a flora da bacia. O Estado de Minas Gerais, por meio da Portaria Administrativa IGAM nº 010, de 3 de dezembro de 1998, em seu artigo 8º, regulamenta como vazão de referência a vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de período de retorno, $Q_{7,10}$. Em alguns estados utilizam-se as vazões de permanência no tempo, Q_{95} . Portanto, para efeito de outorga de uso da água, a disponibilidade hídrica é mensurada por meio de valores referenciais mínimos:

- ✓ A vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$), é uma referência do regime de estiagem do curso de água, utilizada como índice do limite inferior da disponibilidade. Em Minas Gerais, essa é a vazão utilizada para fins de outorga.
- ✓ As vazões com intervalo diário e 95% de permanência são freqüentemente utilizadas em sistemas de captação a fio d'água, como também em estudos de outorga de uso de água superficial.

Esse estudo quantificará as duas vazões de referência mínima acima mencionadas.

6.2.2.1 Obtenção da $Q_{7,10}$

As vazões mínimas são, normalmente, obtidas a partir de uma análise produzida sobre os valores registrados das descargas diárias na estação fluviométrica. Estes registros permitem a construção de curvas de freqüência das vazões mínimas anuais.

Os valores das vazões mínimas de sete dias de duração são resultantes das aplicações de modelos de probabilidade simplificados conforme expressão analítica de Chow, usualmente aplicados nestes tipos de estudos. Os modelos que mais se ajustaram às vazões mínimas das séries históricas das estações fluviométricas contidas na Tabela 19 foram: Pearson tipo III, log - Pearson tipo III e log-Gumbel. As curvas representativas das distribuições encontram-se no Anexo G.

Para cada estação contida na Tabela 19 segue, além dos valores da $Q_{7,10}$, a previsão das vazões mínimas de sete dias de duração para os períodos de retorno de 2, 5, 20 e 100 anos:

Estação 61267000 - Delfim Moreira

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 0,64 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 0,43 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 0,36 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 0,33 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 0,27 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61271000 – Itajubá

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 9,72 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 8,22 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 7,62 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 7,25 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 6,54 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61280000 - Bairro Santa Cruz

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 3,57 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 2,60 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 2,16 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 1,87 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 1,31 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61295000 - Brasópolis

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 0,83 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 0,61 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 0,53 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 0,48 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 0,34 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61305000 - Santa Rita do Sapucaí

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 21,90 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 17,55 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 15,80 \text{ m}^3/\text{s};$**

- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 14,73 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 12,63 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61350000 - Conceição dos Ouros

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 7,86 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 5,57 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 4,66 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 4,15 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 3,18 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61370000 - Ponte do Rodrigues

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 4,28 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 3,02 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 2,52 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 2,22 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 1,65 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61390000 - Vargem do Cervo

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 2,61 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 1,99 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 1,78 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 1,63 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 1,43 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61410000 - Careaçú

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 60,65 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 42,21 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 34,88 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 30,44 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 22,11 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61425000 - Paraquacu

- 2 anos → $Q_{7, Tr=2} = 52,62 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{7, Tr=5} = 38,18 \text{ m}^3/\text{s};$
- **10 anos** → **$Q_{7, Tr=10} = 33,31 \text{ m}^3/\text{s};$**
- 20 anos → $Q_{7, Tr=20} = 30,14 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{7, Tr=100} = 25,59 \text{ m}^3/\text{s};$

Dos valores de Q_7 apresentados anteriormente, é importante destacar que:

- ✓ A Q_7 para o período de retorno de 10 anos da estação Paraguaçu quando obtida através do modelo log Gumbel (foi o melhor ajuste possível entre os modelos) é menor que o da estação a montante, denominada Careaçu. O mesmo ocorre para a $Q_{7, Tr=2}$, $Q_{7, Tr=5}$ e $Q_{7, Tr=20}$. Acredita-se que explicação para o fato se deve aos inúmeros anos sem registros na série histórica de vazões da Estação Paraguaçu. Esse fato não deveria ocorrer tendo em vista que a estação Paraguaçu está em um ponto mais a jusante que a estação Careaçu, ambas localizadas no Rio Sapucaí.

O fato de somente desconsiderar os anos sem registros na série de Paraguaçu não refletiu o comportamento real das distribuições de freqüências dessas vazões levando ao resultado inicialmente apresentado (a tendência pode ser visualizada no gráfico correspondente do Anexo H).

Tendo em vista que a estação Paraguaçu (Ver Figura 14) localiza-se no rio Sapucaí, sugere-se utilizar a vazão específica da estação a montante (Careaçu) igual a $q = 0,0047 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ ou $4,7 \text{ L/s.km}^2$ (Ver Tabela 20) e transportar aos valores de Q_7 da estação de jusante (Paraguaçu). Logo, para uma vazão específica de $0,0047 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ em uma área de 9424 km^2 a $Q_{7,10}$ é aproximadamente $44,75 \text{ m}^3/\text{s}$.

A Tabela 20 apresenta um resumo dos valores de $Q_{7,10}$ para as estações estudadas bem como apresenta a disponibilidade hídrica em termos de vazão específica (q). A vazão específica indica as regiões mais e menos produtoras de água ou que apresentam maior ou menor rendimento dos mananciais baseados nas áreas de contribuições.

Tabela 20 – Resumo da disponibilidade hídrica em termos de $Q_{7,10}$ e vazão específica (q).

Código	Estação	A_d (km^2)	$Q_{7,10}$ (m^3/s) [1]	q (L/s.km^2)
61267000	Delfim Moreira	76	0,36	4,74
61271000	Itajubá	869	7,62	8,77
61280000	Bairro Santa Cruz	270	2,16	8,00
61295000	Brasópolis	158	0,53	3,35
61305000	Santa Rita do Sapucaí	2811	16,39	5,83
61350000	Conceição dos Ouros	1307	4,66	3,57
61370000	Ponte do Rodrigues	745	2,52	3,38
61390000	Vargem do Cervo	485	1,78	3,67
61410000	Careaçu	7346	34,88	4,75
61425000	Paraguaçu	9424	44,75	4,75
[1] Valores estimados através de modelos de probabilidade				

De acordo com as sub-bacias das estações estudadas a vazão específica varia de 3,38 L/s.km² até 8,77 L/s.km².

✓ **Comparação dos resultados da $Q_{7,10}$ com as equações de ajustes Eqs.01 e 02**

A Tabela 21 apresenta os resultados dos cálculos da $Q_{7,10}$ para as estações da Tabela 19 e compara com os resultados da $Q_{7,10}$ obtidos com as equações de ajustes Eqs.01 e 02, apresentadas no item 10.1 (págs.173 e 175, respectivamente).

Tabela 21 – Comparação dos valores da $Q_{7,10}$ para as estações da Tabela 18 com os estimados pelas equações de ajustes Eqs.01 e 02

Código	Estação	A_d (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s) [1]	$Q_{7,10}$ (m ³ /s) [2]	$Q_{7,10}$ (m ³ /s) [3]	FC = relação [2]/[1]	FC = relação [3]/[1]
61267000	Delfim Moreira	76	0,36	0,42	0,42	0,86	0,86
61271000	Itajubá	869	7,62	4,78	4,24	1,59	1,80
61280000	Bairro Santa Cruz	270	2,16	1,49	1,40	1,45	1,55
61295000	Brasópolis	158	0,53	0,87	0,84	0,61	0,63
61305000	Santa Rita do Sapucaí	2811	16,39	15,46	12,91	1,06	1,27
61350000	Conceição dos Ouros	1307	4,66	7,19	6,24	0,65	0,75
61370000	Ponte do Rodrigues	745	2,52	4,10	3,66	0,62	0,69
61390000	Vargem do Cervo	485	1,78	2,67	2,43	0,67	0,73
61410000	Careaçu	7346	34,88	40,40	32,15	0,86	1,09
61425000	Paraguaçu	9424	44,75	51,83	40,72	0,86	1,10
[1] Valores estimados Prob. Log - Pearson tipo III							
[2] Valores estimados pela Eq.01(Maia,2003)							
[3] Valores estimados pela Eq.02 (Atlas Digital)							
FC = fator de correção							

As últimas duas colunas da Tabela 21 contém a relação existente entre os valores da $Q_{7,10}$ obtidos pelas Eqs.01 e 02 com os obtidos através da análise de frequência para cada estação isolada.

Essas relações serão consideradas como um fator de correção – FC, que será utilizado mais adiante na quantificação da vazão com as equações de regionalização apresentadas em pontos onde não existem estações fluviométricas na bacia. Neste estudo, por questões opcionais apenas as equações de regionalização propostas pelo ‘Atlas Digital’ com os respectivos fatores de correção serão utilizados com essa finalidade, ficando a Eq.01 como uma segunda opção de quantificação da $Q_{7,10}$ em localidades onde não existe estação fluviométrica.

✓ **Resultados da $Q_{7,10}$ em pontos notáveis na bacia**

A Tabela 22 a seguir apresenta a estimativa de disponibilidade hídrica superficial mínima ($Q_{7,10}$) no pontos notáveis selecionados na bacia do Sapucaí. Esses pontos notáveis localizam-se em exutórios de sub-bacias dos principais afluentes da bacia e em pontos ao longo do rio Sapucaí, seguindo uma ordem cronológica partindo do Alto Sapucaí até a foz da bacia. A Figura 15, apresentada anteriormente, representa esses pontos espacialmente.

Além disso, a Tabela 22 contém as estações fluviométricas usadas como referência para estimar a disponibilidade através da Eq.02. Os fatores de correção da Tabela 21 são aplicados nesse caso.

Tabela 22 – Disponibilidade hídrica superficial mínima ($Q_{7,10}$) em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência

Pontos	Sub-bacia/Rio	Estação de referência	Latitude	Longitude	A_d (km ²)	FC	$Q_{7,10}$ (m ³ /s) ¹	$q_{7,10}$ (L/s.km ²) ¹
1	Lourenço Velho	61280000 - Bairro Santa Cruz	-22,374	-45,442	562,0	1,55	4,3	7,7
2	Sapucaí	61271000 - Itajubá	-22,345	-45,562	1882,5	1,80	15,9	8,4
3	Vargem Grande	61295000 - Brasópolis	-22,331	-45,673	404,9	0,63	1,3	3,2
4	Capivarí	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,445	-45,781	423,5	0,75	1,6	3,8
5	Itaim	61370000 - Ponte do Rodrigues	-22,365	-45,878	678,1	0,69	2,3	3,4
6	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,343	-45,808	1404,9	0,75	5,0	3,6
7	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,269	-45,907	2237,3	0,75	7,8	3,5
8	Mandu	61390000 - Vargem do Cervo	-22,256	-45,979	401,5	0,73	1,5	3,7
9	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,212	-45,895	2794,6	0,75	9,6	3,4
10	Cervo	61390000 - Vargem do Cervo	-22,117	-45,875	513,5	0,73	1,9	3,7
11	Sapucaí	61305000 - S.Rita do Sapucaí	-22,246	-45,712	2818,8	1,27	16,4	5,8
12	Sapucaí	61410000 - Careaçu	-22,083	-45,731	6699,6	1,09	32,1	4,8
13	Turvo	61390000 - Vargem do Cervo	-22,062	-45,669	563,6	0,73	2,0	3,6
14	Dourado	61390000 - Vargem do Cervo	-21,726	-45,790	356,4	0,73	1,3	3,7
15	Sapucaí	61410000 - Careaçu	-21,761	-45,710	8141,8	1,09	38,6	4,7
16	Sapucaí	61425000 - Paraguaçu	-21,650	-45,679	8856,3	1,10	42,2	4,8

¹Valores considerando FC.

6.2.2.2 Curva de Permanência e Vazão Q_{95}

A curva de permanência de vazão, também conhecida como curva de duração, é um traçado que informa com que frequência a vazão de dada magnitude é igualada ou excedida durante o período de registro das vazões. Estatisticamente, a curva de permanência representa uma curva de distribuição das frequências acumuladas de ocorrência das vazões em um rio.

Os valores de Q_{95} (Vazão com intervalo diário e 95% de permanência) são obtidos da curva de permanência das vazões médias anuais que estão apresentadas a seguir para cada estação contida na Tabela 19. Adicionalmente, cada curva contém os valores da vazão mediana (Q_{50}) que é a vazão correspondente a 50% de excedência.

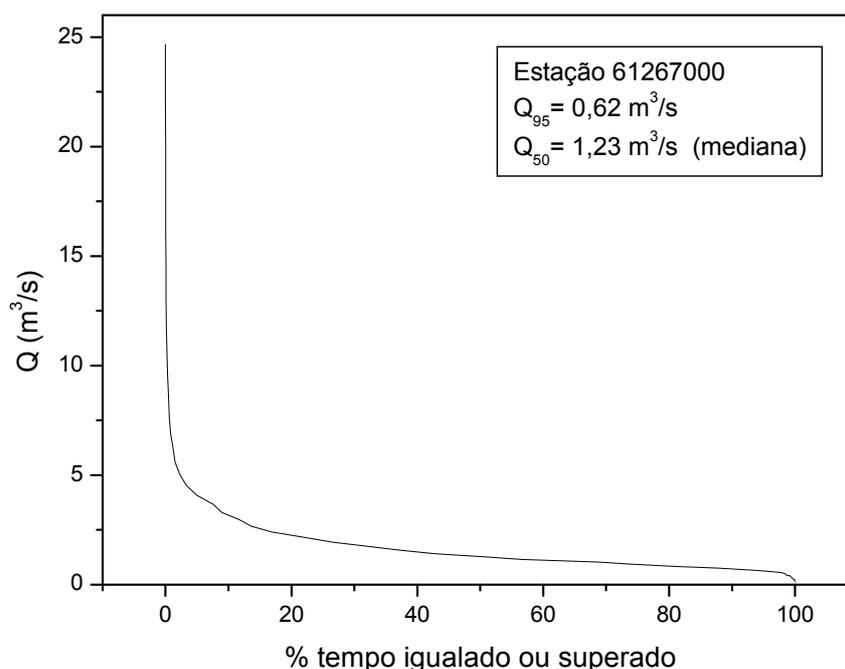


Figura 16 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61267000 – Delfim Moreira.

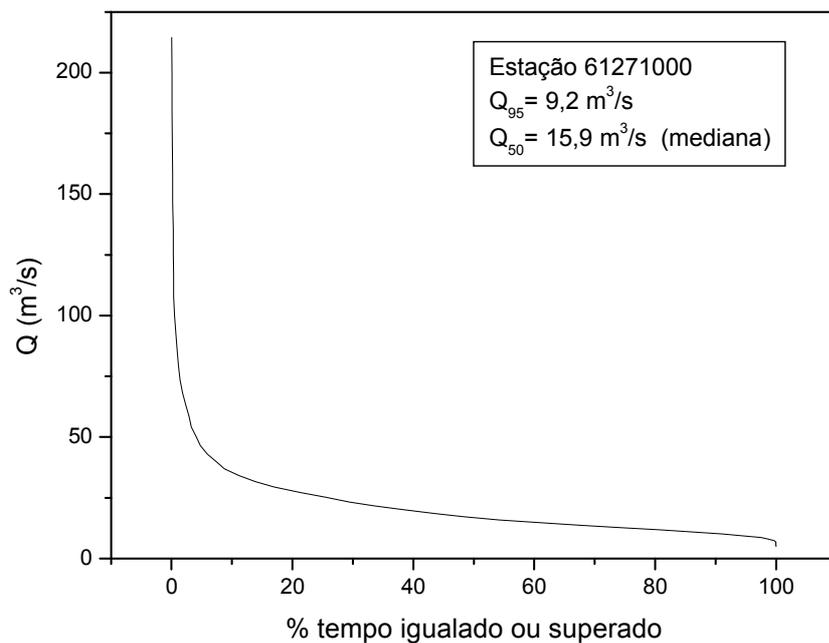


Figura 17 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61271000 – Itajubá.

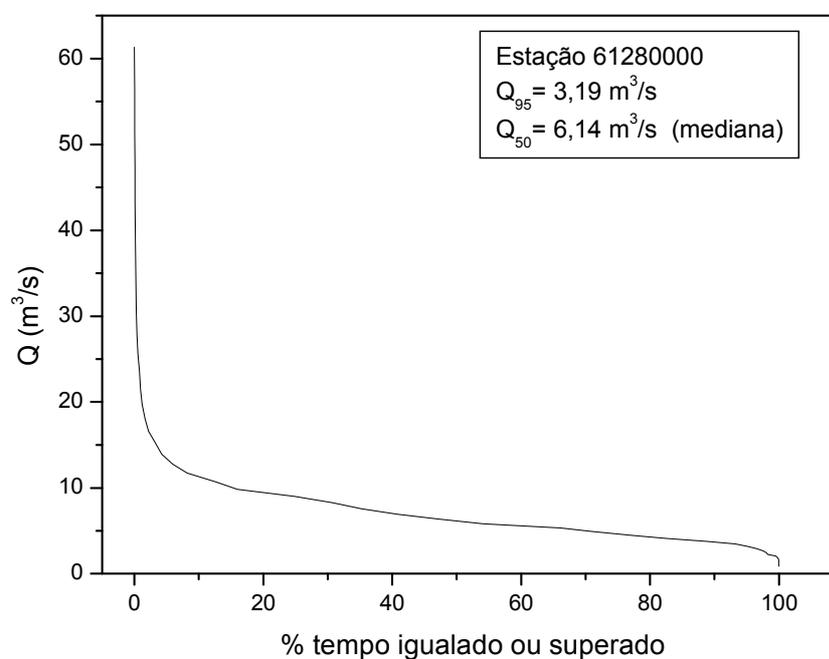


Figura 18 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61280000 - Bairro Santa Cruz.

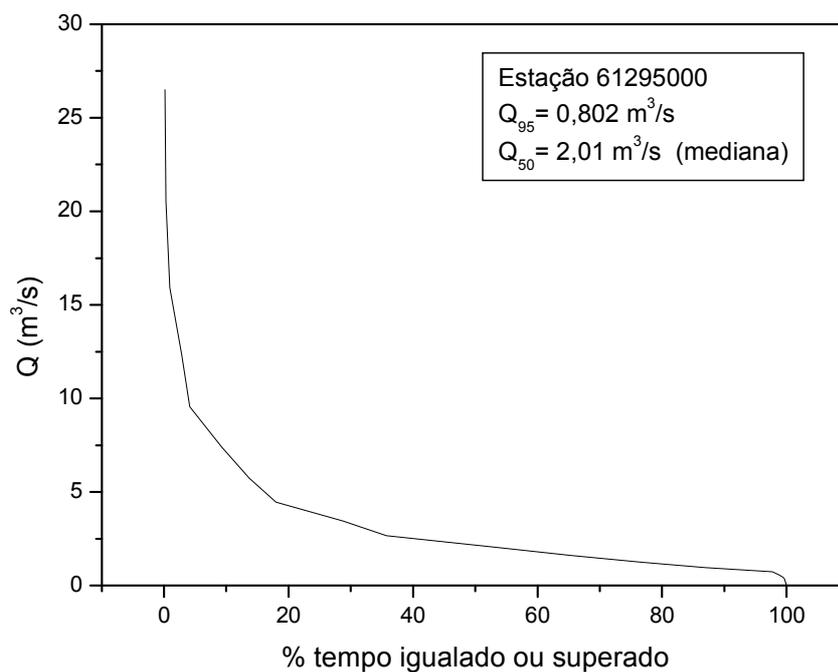


Figura 19 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61295000 – Brasópolis.

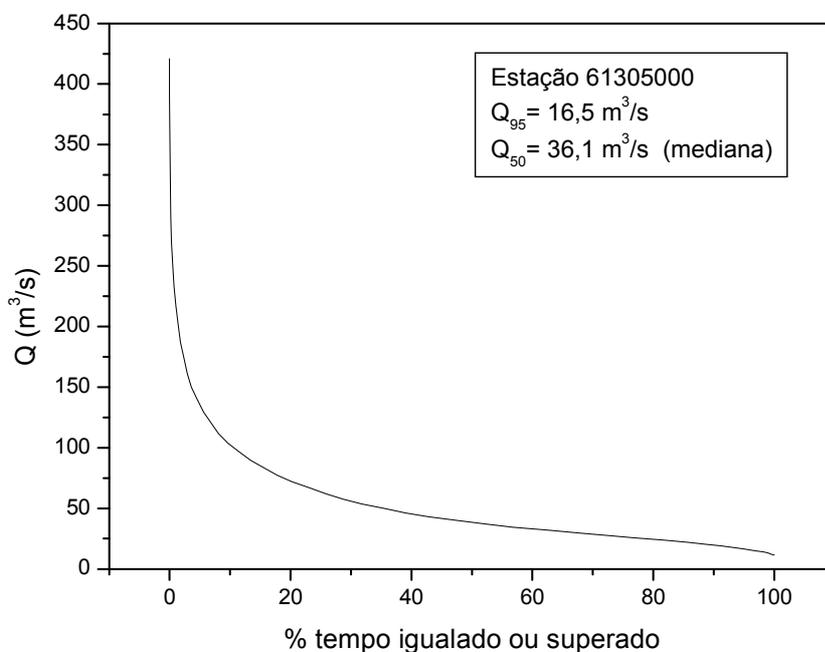


Figura 20 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61305000 - Santa Rita do Sapucaí.

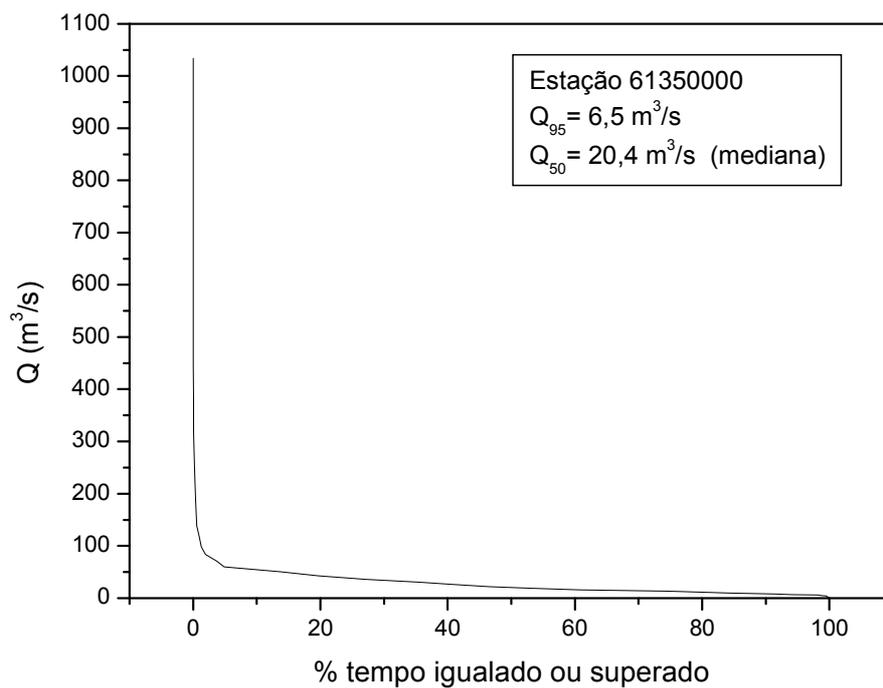


Figura 21 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61350000 - Conceição dos Ouros

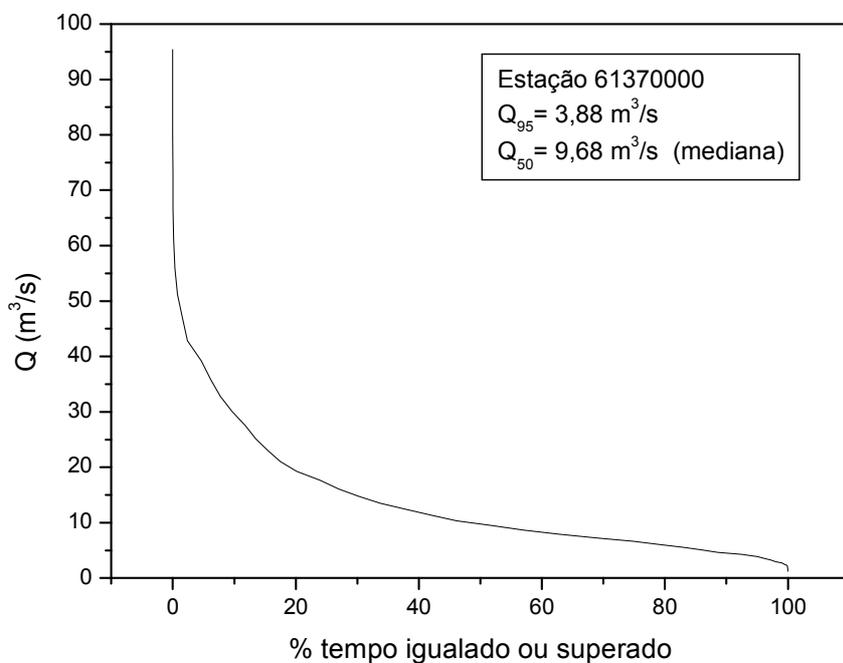


Figura 22 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61370000 - Ponte do Rodrigues

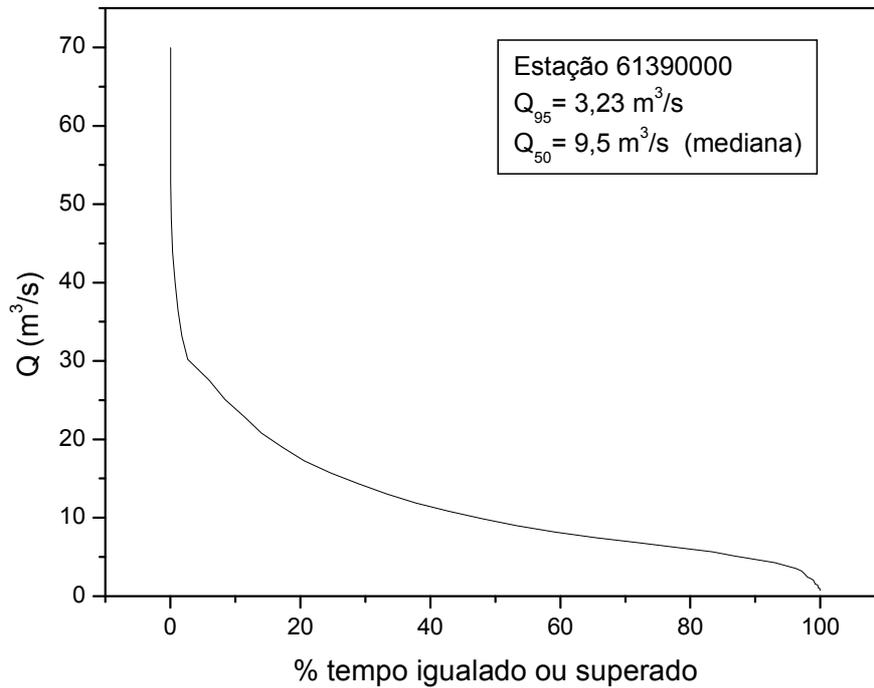


Figura 23 - Curva de Permanência de Vazões. Estação 61390000 - Vargem do Cervo

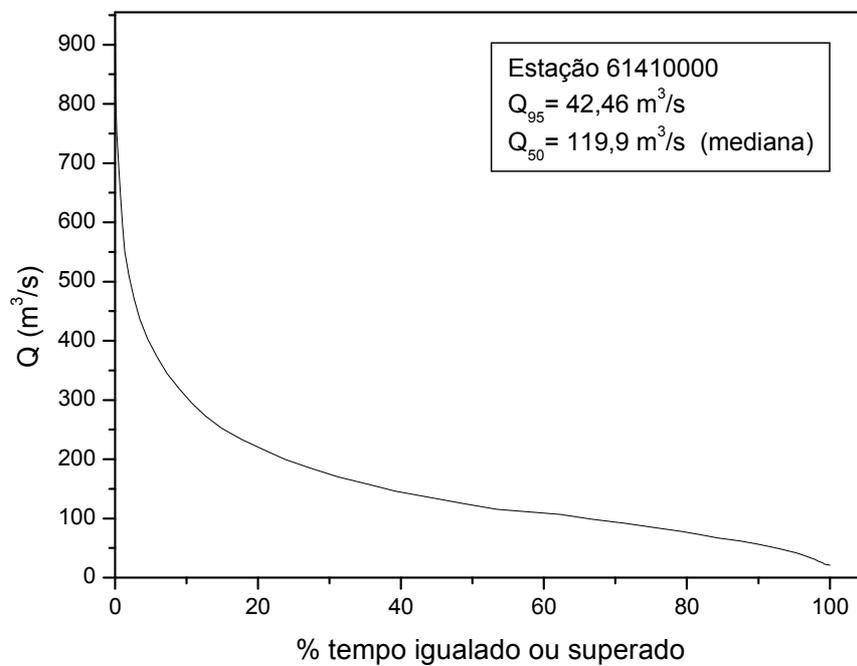


Figura 24 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 61410000 - Careaçú

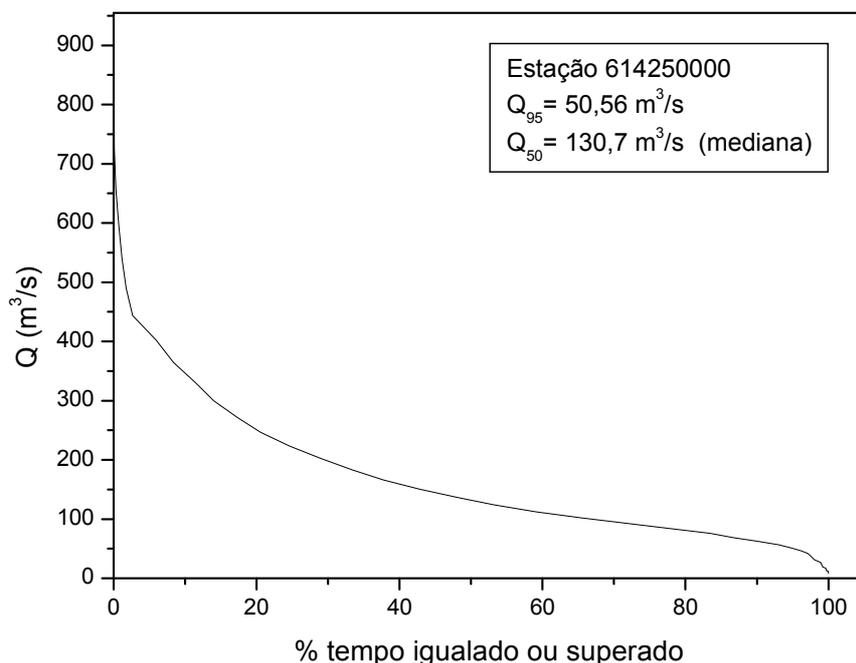


Figura 25 – Curva de Permanência de Vazões. Estação 614250000 - Paraguaçu

6.2.3 Vazões Máximas

No estudo de vazões máximas pode-se utilizar, para a sua estimativa, o ajuste de uma distribuição estatística com base em dados de série histórica, ou um modelo de regionalização, ou ainda um modelo de transformação de chuva em vazão. O enfoque estatístico utiliza a série anual de vazões máximas diárias medidas em uma seção do curso de água para produzir, apoiando-se em um modelo de probabilidade, a magnitude das vazões máximas de diferentes recorrências, que se constituem nas vazões críticas ou de projetos de engenharia.

Todo projeto de engenharia que é planejado para o futuro certamente não obtém valores exatos de condições de trabalho da obra ou estrutura, razão pela qual se introduz, nos cálculos, coeficiente de segurança. Da mesma forma, em hidrologia, não se tem absolutamente certeza da vazão que afetará um determinado projeto, pelo que se associa sempre um risco de falha da obra em função da fixação da sua vazão de projeto. Contudo, deve-se ter consciência de que um acentuado erro de previsão das quantidades hidrológicas poderá causar efeitos destruidores ou indesejáveis, que podem inviabilizar economicamente todo o projeto.

Uma vez que o comportamento exato das vazões em anos futuros não pode ser absolutamente previsto, procura-se introduzir leis de probabilidade de modo a estabelecer as prováveis variações para permitir que o plano seja completado com base em um risco calculado.

Recorre-se, pois, à análise estatística com o propósito de utilizar os eventos de descargas observadas (série histórica) num dado período, como meio para se efetuar a sua projeção para um período de tempo maior.

Na previsão de enchentes podem ser utilizados, como já mencionado, os métodos baseados em dados de chuva, isto é, métodos de transformação de chuva em vazão. Nessa categoria, os mais conhecidos são o método do hidrograma unitário e o método racional. Noutro caso, quando se dispõe de séries históricas de vazão, pode-se recorrer a modelos ou leis de probabilidade, especialmente aqueles de uso já consagrados que fazem a descrição do comportamento das freqüências de ocorrência em função das magnitudes dos eventos extremos. Há, também, a possibilidade do uso de um modelo de regionalização, caso em que se utiliza uma técnica de transferência espacial da informação, apoiando-se em dados climáticos e fisiográficos disponíveis numa determinada área geográfica.

A seleção da técnica mais apropriada para a determinação da enchente de projeto depende do tipo, quantidade e qualidade dos dados hidrológicos disponíveis, entre outros fatores.

Na previsão de enchentes, o enfoque estatístico para se determinar a magnitude das vazões de pico das cheias (vazões críticas ou de projeto) consiste em definir uma relação entre descargas máximas e as correspondentes freqüências de ocorrência, a partir do estudo de uma série de dados observados. A suposição básica é que as cheias verificadas durante um determinado período possam ocorrer em um período futuro de características hidrológicas similares, isto é, com uma expectativa de repetição (BARBOSA Jr., 2000).

Os valores das vazões máximas diárias neste estudo são resultantes das aplicações de modelos de probabilidade simplificados conforme expressão analítica de Chow. Em uma dada estação, para cada ano da série histórica disponível, tomou-se o maior valor diário para construir uma série anual de máximas e, após, aplicou-se a análise de freqüência.

Os modelos de probabilidade que melhor se ajustaram aos dados históricos das estações fluviométricas contidas na Tabela 19 foram o Pearson tipo III e o log-Pearson tipo III. As

curvas representativas das distribuições encontram-se no Anexo H, estando indicado em cada curva, o melhor modelo ajustado.

Importante ressaltar que a técnica utilizada é de estimativa, ou seja, de projeção, o que já pressupõe incertezas. As máximas obtidas neste estudo correspondem a uma extrapolação de dados observados utilizando os modelos citados, cuja confiabilidade apóia-se na visualização gráfica do comportamento dos pares de valores de vazão e freqüência. Em alguns casos, entretanto, a obtenção das cheias de projeto pode exigir estudos mais aprofundados, de modo a levar em conta, ainda, a forma de ocupação da bacia, a estimativa da precipitação máxima provável, além de estudos hidráulicos de propagação de cheias.

Para cada estação contida na Tabela 19 segue a previsão das vazões máximas diárias para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20 e 100 anos:

Estação 61267000 - Delfim Moreira

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 9,56 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 14,24 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 17,26 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 19,72 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 26,10 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61271000 – Itajubá

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 135,42 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 181,85 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 207,80 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 226,18 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 270,70 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61280000 - Bairro Santa Cruz

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 32,58 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 48,18 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 52,38 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 57,78 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 70,95 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61295000 - Brasópolis

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 20,97 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 26,89 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 29,80 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 31,77 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 36,20 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61305000 - Santa Rita do Sapucaí

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 208,39 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 280,46 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 320,89 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 350,49 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 421,79 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61350000 - Conceição dos Ouros

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 155,16 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 282,44 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 393,80 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 504,00 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 918,06 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61370000 - Ponte do Rodrigues

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 49,4 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 61,57 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 68,83 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 74,45 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 88,63 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61390000 - Vargem do Cervo

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 31,94 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 45,10 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 55,45 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 65,13 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 97,8 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61410000 - Careaçu

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 513,69 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 698,12 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 805,76 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 890,42 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 1090,16 \text{ m}^3/\text{s};$

Estação 61425000 - Paraguaçu

- 2 anos → $Q_{\max, Tr=2} = 488,60 \text{ m}^3/\text{s};$
- 5 anos → $Q_{\max, Tr=5} = 679,36 \text{ m}^3/\text{s};$
- 10 anos → $Q_{\max, Tr=10} = 795,66 \text{ m}^3/\text{s};$
- 20 anos → $Q_{\max, Tr=20} = 886,44 \text{ m}^3/\text{s};$
- 100 anos → $Q_{\max, Tr=100} = 1120,92 \text{ m}^3/\text{s};$

Dos valores de Q_{\max} apresentados anteriormente, é importante destacar que:

- ✓ O valor da Q_{\max} para o período de retorno de 10 anos da estação Paraguaçu quando obtida através do modelo Pearson III (foi o melhor ajuste possível entre os modelos) é menor que o da estação de montante Careaçu. O mesmo ocorre para a $Q_{\max, Tr=2}$, $Q_{\max, Tr=5}$, e $Q_{\max, Tr=20}$. De forma similar às estimativas de Q_7 da estação Paraguaçu, aqui é sugerido utilizar a vazão específica da estação de montante (Careaçu) e transportar aos valores de Q_{\max} da estação de jusante (Paraguaçu-61425000).

A Tabela 23 apresenta uma resumo dos valores de $Q_{\max, 10}$ para as estações estudadas bem como apresenta a disponibilidade hídrica em termos de vazão específica (q).

Tabela 23 – Resumo da disponibilidade hídrica em termos de $Q_{\text{máx},10}$ e vazão específica (q)

Código	Estação	A_d (km ²)	$Q_{\text{MAX},10}$ (m ³ /s) [1]	q(L/s.km ²) [1]
61267000	Delfim Moreira	76	17,26	227,1
61271000	Itajubá	869	207,80	239,1
61280000	Bairro Santa Cruz	270	52,38	194,0
61295000	Brasópolis	158	29,80	188,6
61305000	Santa Rita do Sapucaí	2811	320,89	114,2
61350000	Conceição dos Ouros	1307	393,80	301,3
61370000	Ponte do Rodrigues	745	68,83	92,4
61390000	Vargem do Cervo	485	55,45	114,3
61410000	Careaçu	7346	805,76	109,7
61425000	Paraguaçu	9424	1033,69	109,7
[1] Valores estimados por modelos de probabilidade.				

Da mesma forma que estimado para vazão mínima $Q_{7,10}$, em pontos onde não existem estações na bacia, pode-se utilizar a equação 05 para as máximas com períodos de retorno de 10 anos, considerando os fatores de correção da Tabela 24. Para os demais períodos de retorno, pode-se obter as máximas de forma similar utilizando as Eqs.06 a 08, porém considerando as estações de referência e fatores de correção correspondentes.

Tabela 24 – Comparação dos valores da $Q_{\text{máx},10}$ para as estações da Tabela 18 com os estimados pela equação de ajuste (Eq.05).

Código	Estação	A_d (km ²)	$Q_{\text{MAX},10}$ (m ³ /s) [1]	$Q_{\text{MAX},10}$ (m ³ /s) [2]	FC = relação [2]/[1]
61267000	Delfim Moreira	76	17,26	18,72	0,92
61271000	Itajubá	869	207,80	145,79	1,43
61280000	Bairro Santa Cruz	270	52,38	54,46	0,96
61295000	Brasópolis	158	29,80	34,67	0,86
61305000	Santa Rita do Sapucaí	2811	320,89	392,00	0,82
61350000	Conceição dos Ouros	1307	393,80	205,63	1,92
61370000	Ponte do Rodrigues	745	68,83	128,06	0,54
61390000	Vargem do Cervo	485	55,45	89,20	0,62
61410000	Careaçu	7346	805,76	880,57	0,92
61425000	Paraguaçu	9424	1033,69	1086,20	0,95
[1] Valores estimados por modelos de probabilidade					
[2] Valores estimados pela Eq.05 (Atlas Digital)					
FC = fator de correção					

6.2.3.1 Resultados da Qmax em pontos notáveis na bacia

A Tabela 25 a seguir apresenta a estimativa das vazões máximas para o período de retorno de 10 anos ($Q_{\max,10}$) em pontos notáveis na bacia (representado espacialmente na Figura 15), bem como as estações fluviométricas usadas como referência para estimar as vazões através da Eq.05. Os valores já consideram os fatores de correção da Tabela 24, aplicados nesse caso.

A disponibilidade hídrica também é dada em termos de vazão específica, em $L/s.km^2$, na Tabela 25.

Tabela 25 – Vazões máximas em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência.

Pontos	Sub-bacia/Rio	Estação de referência	Latitude	Longitude	A _d (km ²)	FC	Q _{max, 10} (m ³ /s) ¹	q _{max, 10} (L/s.km ²) ¹
1	Lourenço Velho	61280000 - Bairro Santa Cruz	-22,374	-45,442	562,0	0,96	96,9	172,5
2	Sapucaí	61271000 - Itajubá	-22,345	-45,562	1882,5	1,43	399,9	212,4
3	Vargem Grande	61295000 - Brasópolis	-22,331	-45,673	404,9	0,86	65,9	162,7
4	Capivarí	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,445	-45,781	423,5	1,92	152,8	360,7
5	Itaim	61370000 - Ponte do Rodrigues	-22,365	-45,878	678,1	0,54	63,9	94,2
6	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,343	-45,808	1404,9	1,92	419,6	298,7
7	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,269	-45,907	2237,3	1,92	620,9	277,5
8	Mandu	61390000 - Vargem do Cervo	-22,256	-45,979	401,5	0,62	47,2	117,5
9	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,212	-45,895	2794,6	1,92	748,9	268,0
10	Cervo	61390000 - Vargem do Cervo	-22,117	-45,875	513,5	0,62	58,0	113,0
11	Sapucaí	61305000 - S.Rita do Sapucaí	-22,246	-45,712	2818,8	0,82	322,2	114,3
12	Sapucaí	61410000 - Careaçu	-22,083	-45,731	6699,6	0,92	749,6	111,9
13	Turvo	61390000 - Vargem do Cervo	-22,062	-45,669	563,6	0,62	62,8	111,4
14	Dourado	61390000 - Vargem do Cervo	-21,726	-45,790	356,4	0,62	42,7	119,7
15	Sapucaí	61410000 - Careaçu	-21,761	-45,710	8141,8	0,92	883,5	108,5
16	Sapucaí	61425000 - Paraguaçu	-21,650	-45,679	8856,3	0,95	979,3	110,6

¹Valores considerando FC.

6.2.4 Vazões médias de longo período

A variável hidrológica vazão média de longo período (Q_{mlp}) corresponde, aqui, à média das vazões médias diárias anuais que compõem a série histórica de cada uma das estações de monitoramento.

Os gráficos das Vazões Anuais Médias são apresentados a seguir para cada estação contida na Tabela 19. Os valores de Q_{mlp} estão contidos nas Figuras 26 a 35.

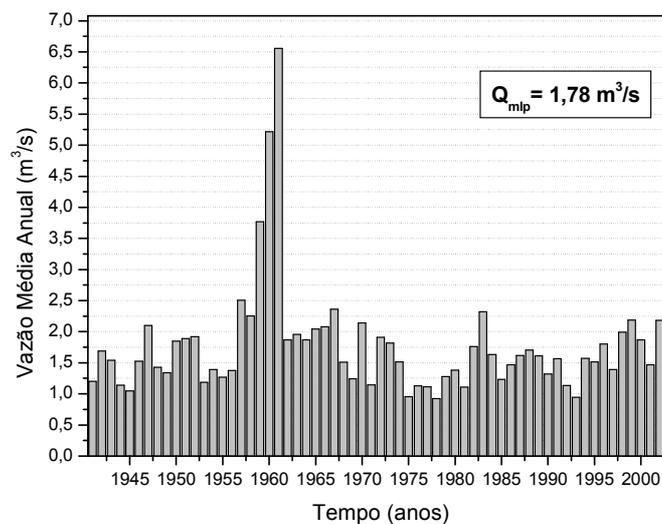


Figura 26 – Vazões Anuais Médias - Estação 61267000 – Delfim Moreira.

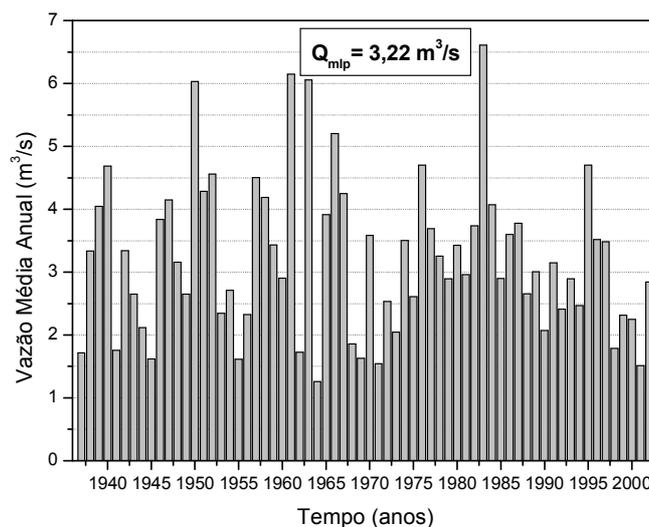


Figura 27 – Vazões Anuais Médias - Estação 61295000 – Brasópolis.

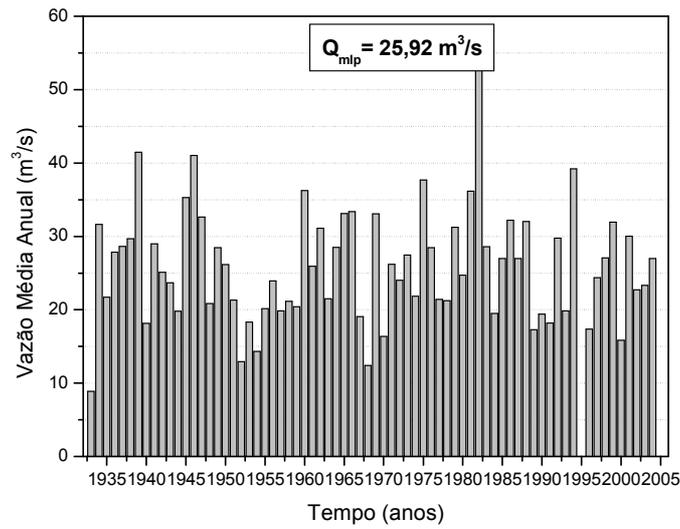


Figura 28 – Vazões Anuais Médias - Estação 61350000 - Conceição dos Ouros.

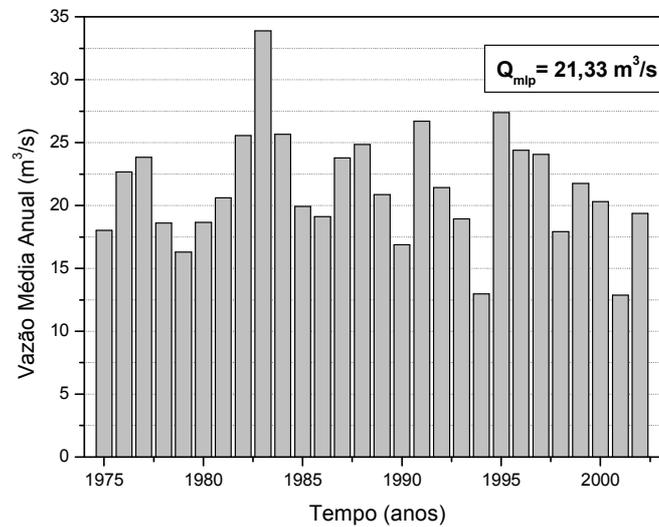


Figura 29 – Vazões Anuais Médias - Estação 61271000 – Itajubá.

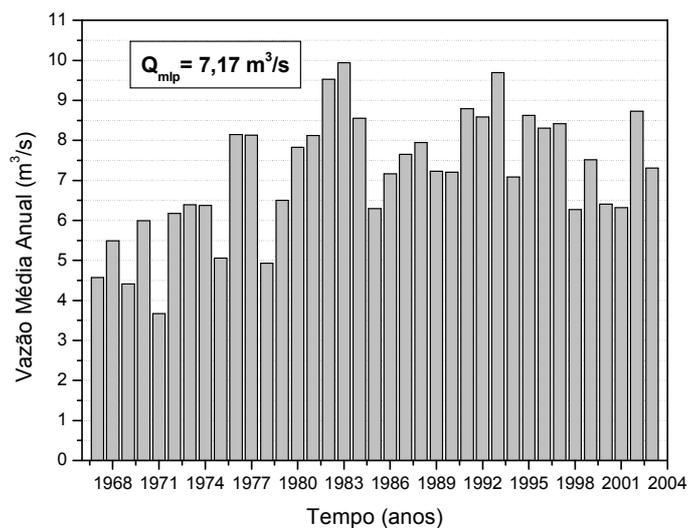


Figura 30– Vazões Anuais Médias - Estação 61280000 - Bairro Santa Cruz.

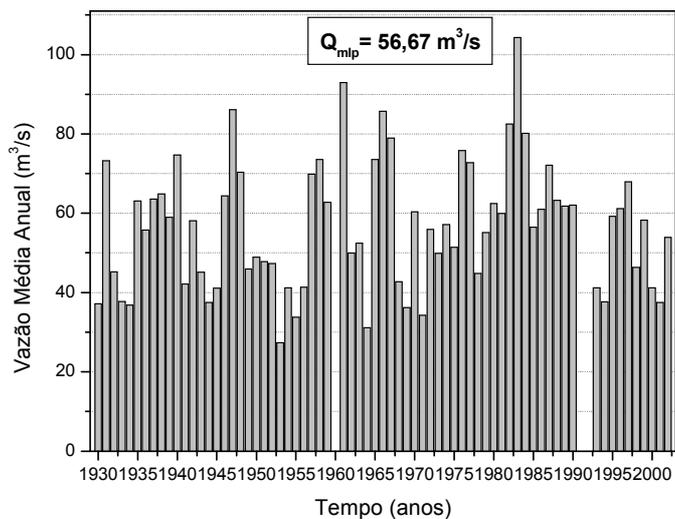


Figura 31 – Vazões Anuais Médias - Estação 61305000 - Santa Rita do Sapucaí

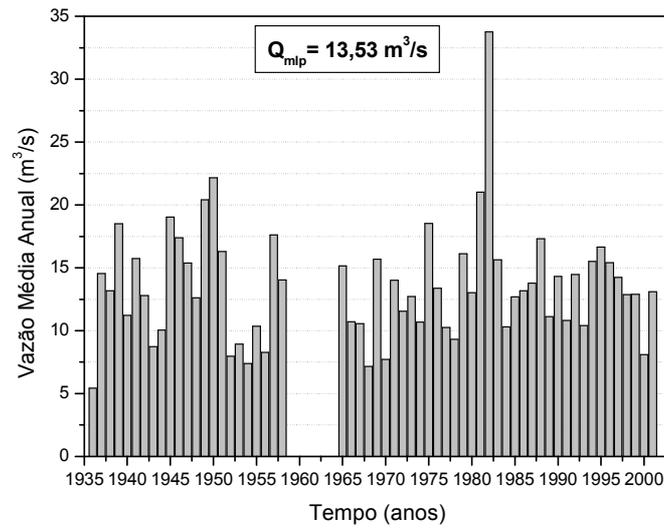


Figura 32 – Vazões Anuais Médias - Estação 61370000 - Ponte do Rodrigues

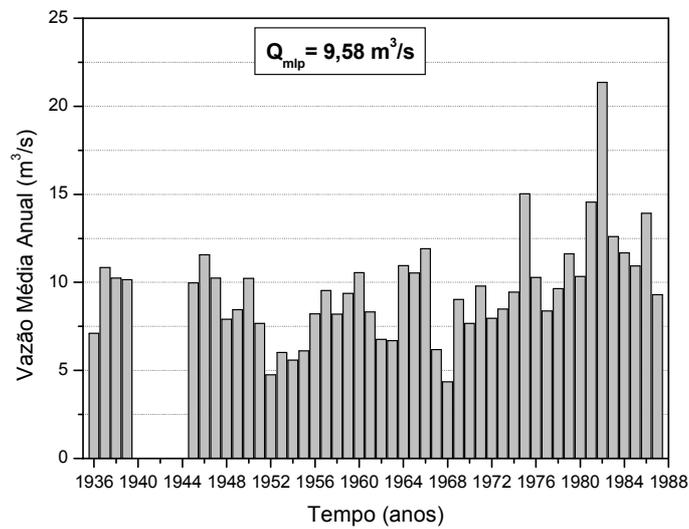


Figura 33 – Vazões Anuais Médias - Estação 61390000 - Vargem do Cervo

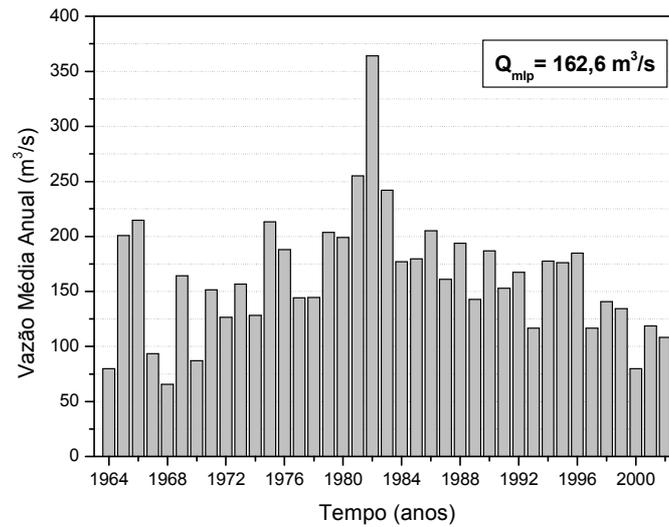


Figura 34 – Vazões Anuais Médias - Estação 61410000 - Careaçu

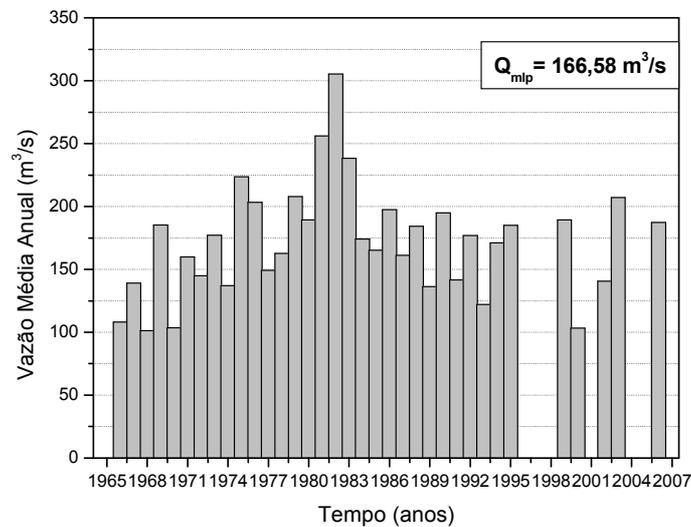


Figura 35 – Vazões Anuais Médias - Estação 61425000 - Paraguaçu

Da mesma forma que estimado para vazão mínima $Q_{7,10}$ e máxima $Q_{máx,10}$, em pontos onde não existem estações na bacia, pode-se utilizar a equação 03 para as vazões médias de longo período.

A Tabela 26 apresenta, além do resumo das Q_{mlp} das estações de referência, os fatores de correção que serão utilizados para ajustar as vazões estimadas nos pontos notáveis por meio da equação 03 e os rendimentos específicos médios de referência.

Tabela 26 – Comparação dos valores da Q_{mlp} para as estações da tabela 03 com os estimados pela equação de ajuste (Eq.03).

Código	Estação	A_d (km ²)	Q_{mlp} (m ³ /s) [1]	Q_{mlp} (m ³ /s) [2]	FC = relação [2]/[1]	q (L/s.km ²) [1]	q (L/s.km ²) [2]
61267000	Delfim Moreira	76	1,78	1,84	0,97	23,42	24,24
61271000	Itajubá	869	21,33	18,71	1,14	24,55	21,53
61280000	Bairro Santa Cruz	270	7,17	6,15	1,17	26,56	22,79
61295000	Brasópolis	158	3,22	3,70	0,87	20,38	23,39
61305000	Santa Rita do Sapucaí	2811	56,67	57,18	0,99	20,16	20,34
61350000	Conceição dos Ouros	1307	25,92	27,59	0,94	19,83	21,11
61370000	Ponte do Rodrigues	745	13,53	16,16	0,84	18,16	21,70
61390000	Vargem do Cervo	485	9,58	10,74	0,89	19,75	22,15
61410000	Careaçu	7346	162,60	142,63	1,14	22,13	19,42
61425000	Paraguaçu	9424	166,58	180,78	0,92	17,68	19,18

[1] Média das vazões médias diárias anuais
 [2] Valores estimados pela Eq.03 (Atlas Digital)
 FC = fator de correção

6.2.4.1 Resultados da Q_{mlp} em pontos notáveis na bacia

A Tabela 27, a seguir, apresenta a estimativa das vazões médias de longo período em pontos notáveis na bacia (representados espacialmente na Figura 15), bem como as estações fluviométricas usadas como referência para estimar as vazões através da Eq.03. Os valores das Q_{mlp} apresentados já consideram os fatores de correção da Tabela 26, aplicados nesse caso.

Tabela 27 – Vazões médias de longo período em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência.

Pontos	Sub-bacia/Rio	Estação de referência	Latitude	Longitude	A_d (km ²)	FC	Q_{mip} (m ³ /s) ¹	q_{mip} (L/s.km ²) ¹
1	Lourenço Velho	61280000 - Bairro Santa Cruz	-22,374	-45,442	562,0	1,17	14,5	25,7
2	Sapucaí	61271000 - Itajubá	-22,345	-45,562	1882,5	1,14	44,5	23,6
3	Vargem Grande	61295000 - Brasópolis	-22,331	-45,673	404,9	0,87	7,9	19,4
4	Capivarí	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,445	-45,781	423,5	0,94	8,9	21,0
5	Itaim	61370000 - Ponte do Rodrigues	-22,365	-45,878	678,1	0,84	12,4	18,3
6	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,343	-45,808	1404,9	0,94	27,8	19,8
7	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,269	-45,907	2237,3	0,94	43,3	19,3
8	Mandu	61390000 - Vargem do Cervo	-22,256	-45,979	401,5	0,99	8,9	22,1
9	Sapucaí-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,212	-45,895	2794,6	0,94	53,5	19,1
10	Cervo	61390000 - Vargem do Cervo	-22,117	-45,875	513,5	0,89	10,1	19,7
11	Sapucaí	61305000 - S.Rita do Sapucaí	-22,246	-45,712	2818,8	0,99	56,8	20,1
12	Sapucaí	61410000 - Careaçu	-22,083	-45,731	6699,6	1,14	149,0	22,2
13	Turvo	61390000 - Vargem do Cervo	-22,062	-45,669	563,6	0,99	12,3	21,8
14	Dourado	61390000 - Vargem do Cervo	-21,726	-45,790	356,4	0,99	7,9	22,5
15	Sapucaí	61410000 - Careaçu	-21,761	-45,710	8141,8	1,14	179,3	22,0
16	Sapucaí	61425000 - Paraguaçu	-21,650	-45,679	8856,3	1,14	194,3	21,9
¹ Valores considerando FC.								

6.2.5 Considerações Finais e Recomendações

A quantificação hídrica feita neste trabalho permitiu os seguintes resultados:

- ✓ Vazões mínimas Q_7 para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20 e 100 anos para cada estação contida na Tabela 19;
- ✓ Vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos $Q_{7,10}$ em pontos notáveis na bacia;
- ✓ Valores de Q_{95} (Vazão com intervalo diário e 95% da curva de permanência) e valores da vazão mediana Q_{50} (vazão correspondente a 50% de excedência) para cada estação contida na Tabela 19;
- ✓ Previsão das vazões máximas diárias para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20 e 100 anos para cada estação contida na Tabela 19;
- ✓ Estimativa das vazões máximas para o período de retorno de 10 anos ($Q_{max,10}$) em pontos notáveis na bacia;
- ✓ Vazões médias de longo período Q_{mlp} para cada estação contida na Tabela 19;
- ✓ Vazões médias de longo período Q_{mlp} em pontos notáveis na bacia.
- ✓ As vazões acima também foram apresentadas em termos de vazão específica (q).

Essa quantificação hídrica permitirá em outro capítulo do Plano Diretor a realização do balanço hídrico em pontos notáveis da bacia do Sapucaí. Neste Plano a vazão a ser adotada representa uma situação crítica em termos de oferta hídrica, no caso a vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos, $Q_{7,10}$. No Estado de MG, por meio da Portaria Administrativa IGAM nº 010, de 3 de dezembro de 1998, em seu artigo 8º, regulamenta como vazão de referência a vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de tempo de retorno, $Q_{7,10}$.

Vale salientar que essa vazão mínima de referência utilizada pelo órgão ambiental de Minas, para efeito de outorga de uso da água, pode ser questionada, desde que sejam feitos estudos comprovando a necessidade/interesse de sua modificação. Os resultados do balanço hídrico da bacia mostram que, tendo disponível os 30% da $Q_{7,10}$, a demanda atual da bacia do rio Sapucaí supera esse valor em alguns locais. A

adequação das outorgas à legislação vigente seria uma forma de buscar a preservação da bacia em termos de disponibilidade hídrica. Há que se reconhecer, entretanto, que a $Q_{7,10}$ é uma vazão bastante restritiva. Em alguns estados utilizam-se as vazões de permanência no tempo, Q_{95} . Isso se dá principalmente em regiões onde se tem pouca disponibilidade hídrica, já que a Q_{95} é maior que a $Q_{7,10}$ em uma mesma série histórica.

Entende-se que a aplicação dos resultados deste trabalho também permitirá a obtenção de informações úteis ao diagnóstico e planejamento de obras hidráulicas futuras na região estudada, tais como vertedores de barragens, canais, obras de proteção contra inundações, sistema de drenagem, bueiros, galerias pluviais, pontes, projetos de abastecimento de água e irrigação, concessão de uso da água para uma determinada finalidade, estudos hidrelétricos e outros.

Importante ressaltar a importância da Elaboração de Estudos de Viabilidade Ambiental em grandes projetos de Engenharia Hídrica a serem executadas ao longo da bacia tendo em vista o reflexo que venha surgir entre Demanda X Disponibilidade hídrica.

Importante ressaltar também sobre a disponibilidade de dados hidrológicos na bacia. Neste estudo, trabalhou-se com análise de frequência de eventos extremos utilizando-se de série de dados de 10 estações isoladas dentro da bacia e, para os casos onde houve falta de dados, fez uso de regionalizações de outros estudos hidrológicos já existentes para a bacia, adotando-se um fator de correção, objetivando ajustar o modelo para as reais condições da sub-bacia do Sapucaí.

As estações fluviométricas que foram utilizadas para estudar a bacia foram tomadas como referência para obtenção das variáveis hidrológicas em pontos onde não possuíam estações. Ou seja, muitas estações fluviométricas existentes ao longo da bacia do Sapucaí encontravam-se desativadas, sem registrar dados há muito tempo, o que nos levou aplicação/utilização de apenas estações ativas neste estudo, por serem mais representativas dentro das condições atuais.

Dentre essas estações ativas pode-se observar uma estação com pequena quantidade de registros de vazões, que foi o caso da estação Paraguaçu 61425000. Os inúmeros anos sem registros na série de Paraguaçu não refletiram o comportamento real das distribuições de frequências dessas vazões.

Portanto, ressalta-se a necessidade de otimização da rede hidrométrica local, pelo aumento do número de estações e recuperação daquelas que sejam deficientes.



7. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Para se realizar a caracterização da qualidade das águas superficiais da bacia do Rio Sapucaí, utilizou-se os dados das redes de monitoramento operadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, no período de 1997 a 2007, totalizando 07 estações de amostragem.

Adicionalmente, foram considerados os resultados do monitoramento do ano de 2008 (cujo relatório ainda não está disponível para consulta, apenas as fichas de cada estação) e as fichas da 1ª campanha de 2009 (1º Trimestre de 2009).

Desta forma, o total de estações utilizadas foi de 12 estações de amostragem (Quadro 11 e Figura 36), onde 5 foram implantadas em 2008.

Quadro 11 – Descrição das Estações de Amostragem de Qualidade de Água

Código	Corpo d'água	Latitude	Longitude	Descrição
BG039	Rio Sapucaí	22°30'57"	45°24'08"	Rio Sapucaí a montante da cidade de Itajubá.
BG041	Rio Sapucaí	22°21'39"	45°33'08"	Rio Sapucaí a jusante da cidade de Itajubá.
BG043	Rio Sapucaí	22°12'43"	45°52'02"	Rio Sapucaí a montante da foz do Rio Sapucaí - Mirim.
BG044	Rio Sapucaí - Mirim	22°17'2"	45°53'50"	Rio Sapucaí - Mirim a montante da cidade de Pouso Alegre.
BG045	Rio Sapucaí - Mirim	22°12'24"	45°53'46"	Rio Sapucaí - Mirim próximo de sua foz no rio Sapucaí.
BG047	Rio Sapucaí	22°03'12"	45°41'59"	Rio Sapucaí a montante da cidade de Careagu.
BG049	Rio Sapucaí	21°34'47"	45°40'53"	Rio Sapucaí a montante do Reservatório de Furnas.
BG042*	Rio Sapucaí - Mirim	22°13'41,4"	45°54'06"	Rio Sapucaí - Mirim na entrada da cidade de Pouso Alegre.
BG046*	Rio do Cervo	22°09'28,3"	46°65'50,3"	Rio do Cervo a montante da cidade de Congonhal
BG048*	Rio do Cervo	22°06'59"	45°55'01,4"	Rio do Cervo na cidade de Espírito Santo do Dourado
BG050*	Rio Dourado	21°57'48,3"	45°54'42,6"	Rio Dourado a Montante do Rio Sapucaí
BG052*	Rio Sapucaí - Mirim	22°16'21,5"	46°05'06,1"	Rio Sapucaí - Mirim a montante da cidade de Pouso Alegre.

* Estações implantadas no 3º trimestre de 2008.

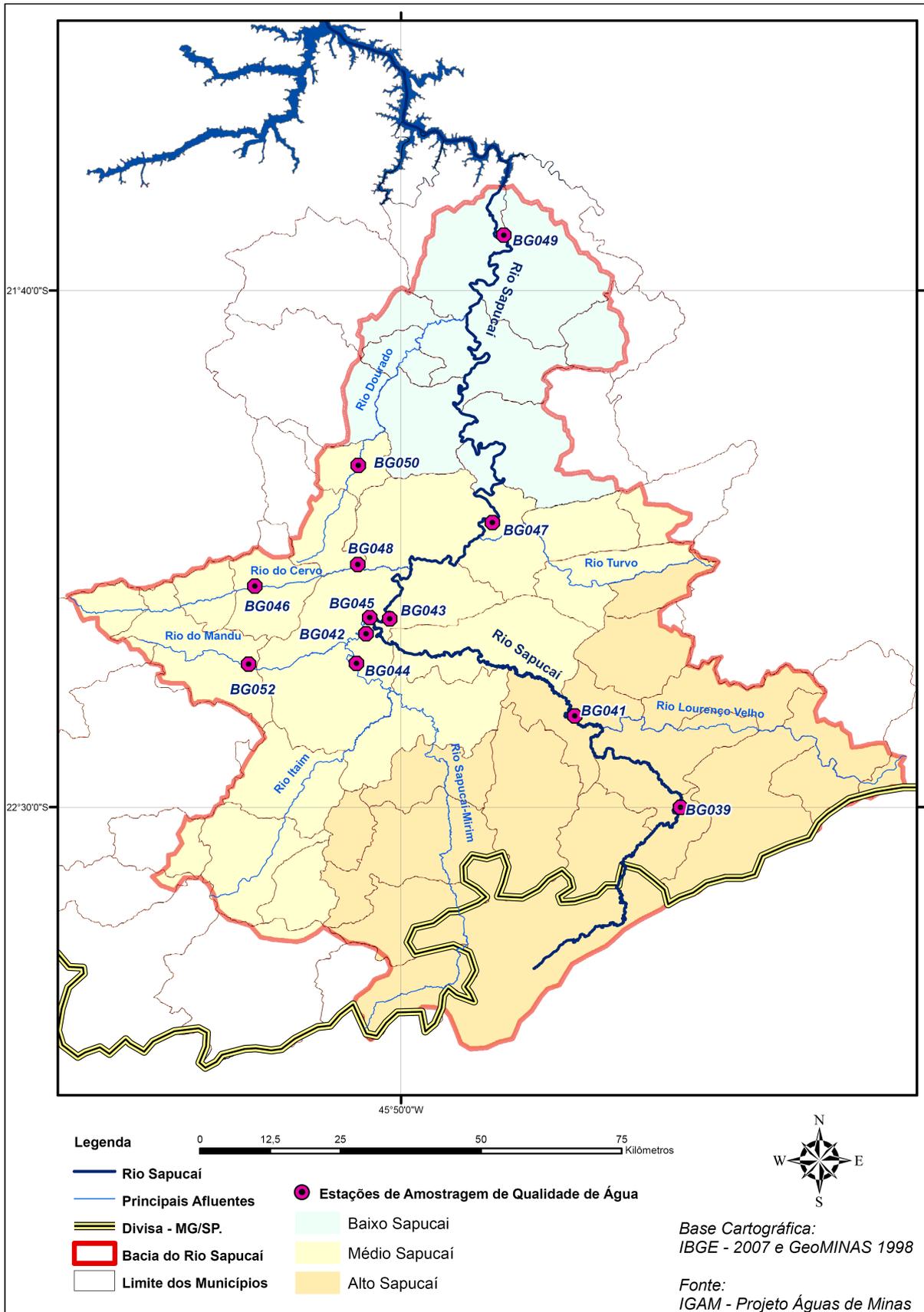


Figura 36 – Localização das estações de amostragem de qualidade das águas na bacia do Rio Sapucaí.

Considerando a densidade de estação de monitoramento, 1 estação de monitoramento por 1.000 km², adotada pelos países membros da União Européia para gestão da qualidade da água, foi determinado à densidade média na bacia do Rio Sapucaí, para o alto, médio e baixo Sapucaí. O Quadro 12 apresenta o resultado da densidade média.

Quadro 12 – Densidade de estações de amostragem

Unidade de análise	Nº de estações	Área total (km²)	Densidade (nº de estações/1000 km²)
Baixo Sapucaí	01	1.700	0,58
Médio Sapucaí	09	3.841,16	2,34
Alto Sapucaí	02	3.924	0,50
Bacia do Rio Sapucaí	12	9.465,16	1,26

Nota-se que a região do Médio Sapucaí apresenta uma densidade elevada em relação as outras áreas da bacia e em relação ao padrão internacional. A região do Alto Sapucaí apresenta uma baixa densidade, o que é considerado ruim, principalmente em virtude da região do Alto Sapucaí apresentar atividades de grande impacto na qualidade das águas como indústrias têxteis, fábricas de montagem de veículos automotores e de materiais plásticos sintéticos, agricultura (Batata, café, morango), etc. No baixo Sapucaí não foram encontradas situações graves relacionadas a contaminação de água..

Analisando a bacia do Rio Sapucaí como um todo, ela apresenta uma densidade de estações de amostragem considerável, acima do estabelecido pelos padrões internacionais.

7.1 Fontes e formas de poluição das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí

Na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí coexistem atividades de mineração, industriais e agropecuárias. Todas essas atividades proporcionam a poluição dos corpos d'água, em razão do lançamento, sem tratamento, de águas residuárias do processo, no caso de formas de poluição pontual, ou por contaminação dispersa, decorrente de fontes não-pontuais.

7.1.1 Esgoto Sanitário

Dois terços da população está concentrada nas áreas urbanas, que ocupam 1,6% da área territorial da bacia, mas são responsáveis, em grande parte, pelo comprometimento da qualidade da água em função do despejo in natura dos efluentes domésticos e industriais nos cursos d'água.

Na maior parte dos municípios o atendimento é precário, e a situação se agrava nos distritos. As prefeituras municipais são responsáveis pela prestação dos serviços de esgotamento sanitário em 42% dos municípios da bacia, e a COPASA com 58%.

Segundo dados parciais referentes ao esgotamento sanitário, obtidos junto à COPASA e a algumas prefeituras, relativos a 15 municípios com sede na bacia (37,5%), são lançados diariamente 27.339 m³ de efluentes, diretamente nos cursos d'água. Apenas Pedralva, Gonçalves e Paraguaçu possuem Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), realizando tratamento preliminar do mesmo.

Pouso Alegre e Itajubá, as cidades mais populosas estão em fase de construção das ETE. Em Pouso Alegre e Borda da Mata a COPASA concluiu a etapa de implantação de interceptores e redes coletoras e está preparando o processo de licitação da segunda etapa (construção de elevatórias e da ETE).

7.1.2 Efluentes da mineração

As atividades de mineração de maior importância, em termos ambientais, para a bacia são:

- ✓ Exploração de areia e argila na Bacia do Rio Sapucaí, nos municípios de Careaçú, Itajubá e Santa Rita do Sapucaí, com lançamento de sólidos em suspensão e aumento da turbidez das águas do corpo hídrico receptor;
- ✓ Exploração de feldspato e quartzo na Bacia do Rio Sapucaí;
- ✓ Garimpo de ouro no Rio Sapucaí-Mirim, a montante de Pouso Alegre e Sapucaí, a montante de Furnas, com lançamento de mercúrio nas águas do corpo hídrico receptor

7.1.3 Efluentes da indústria

A região experimental, atualmente, grande crescimento de seu parque industrial, em razão da duplicação da Rodovia Fernão Dias e da captação de parte do parque industrial do Estado de São Paulo, merecendo referência as seguintes atividades industriais:

- ✓ Indústrias metalúrgicas em Itajubá, com lançamento de efluentes que podem alterar a concentração de cádmio, cianeto, cobre, ferro solúvel, manganês e zinco e alteração do pH das águas do corpo hídrico receptor.
- ✓ Indústrias de auto-peças e eletrônica fina na Bacia do Rio Sapucaí.
- ✓ Indústrias têxteis em Itajubá, com lançamento de efluentes que podem alterar a concentração de cádmio, fosfato total, fenóis, DBO, DQO, sulfato, surfactantes e zinco e o pH das águas do corpo hídrico receptor.

7.1.4 Agropecuária

A Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, apresenta atividade agropecuária muito desenvolvida, destacando-se a Cafeicultura, bataticultura, horticultura e a bovinocultura leiteira como as de maior importância econômica.

As atividades agrícolas, pecuárias e florestais concentram-se, principalmente, em Careagu, Itajubá e Pouso Alegre. Os poluentes associados são: chumbo, cobre, fosfato total, índice de fenóis, mercúrio, amônio, sólidos em suspensão e turbidez.

A atividade pecuária é muito desenvolvida na bacia e, em razão da alta erodibilidade dos solos, requer o emprego de práticas edáficas, vegetativas e mecânicas para controle da erosão. O emprego de técnicas de controle da erosão não tem sido, entretanto, generalizado, o que predispõe grande parte da bacia ao depauperando dos solos agrícolas e a ser fornecedora de sedimentos para os cursos d'água. A contaminação de águas superficiais com dejetos animais e pesticidas (bactericidas, carrapaticidas, etc) usados de forma inadequada ou com descarte incorreto de embalagens, ocorre de forma dispersa em toda a Bacia do Rio Sapucaí.

A exploração agrícola na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí tem sido feita, em geral, de forma intensiva, com grande aporte de máquinas e insumos no processo. O uso inadequado do solo, sem que sejam tomadas medidas para controle da erosão, tem

trazido problemas à qualidade das águas superficiais da bacia. A atividade agrícola tecnificada tem sido, geralmente, associada às alterações nos seguintes parâmetros de qualidade e toxicidade das águas superficiais: cádmio, cianeto, cobre, fosfato total, índice de fenóis, manganês, sólidos e turbidez. Essas alterações são decorrentes da introdução ou do uso inadequado de corretivos de pH e fertilizantes (muitas vezes contaminados), pesticidas e da intensiva mobilização do solo.

Por ser uma área com densidade populacional relativamente elevada, problemas de falta de infra-estrutura de saneamento básico na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí são óbvios, notadamente por influência das cidades de Pouso Alegre e Itajubá. O lançamento de esgotos domésticos, sem tratamento, em corpos hídricos receptores pode alterar a concentração dos seguintes parâmetros na água: amônio, coliformes fecais, DBO, fosfato total, OD, sólidos em suspensão e turbidez.

7.2 Projeto Águas de Minas

Iniciado em janeiro de 1997, o projeto é coordenado e executado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, através de convênio com o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – MMA / Secretaria de Recursos Hídricos – SRH.

Em execução há onze anos, o Projeto vem permitindo identificar alterações na qualidade das águas do Estado, refletidas em tendências observadas. A operação da rede de monitoramento se iniciou em 1997 com 222 pontos de amostragem, monitorados com frequência trimestral. Em 2006, o Projeto já contava com 260 estações e em 2007 foram implantados 50 novos pontos de monitoramento distribuídos nas bacias dos rios Paraopeba (8), Pará (10), Urucuia (8), Afluentes do Alto São Francisco e Entorno de Três Marias - (10) e Grande (14), totalizando 310 estações de amostragem. A descrição dos novos pontos pode ser observada nas tabelas específicas de cada bacia.

A adoção das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs), como um dos referenciais de análise deverá, igualmente, permitir a inserção das informações geradas no âmbito do processo de decisão política e administrativa no gerenciamento integrado de recursos hídricos, proporcionando, entre outras

informações, um referencial comum entre o Conselho de Política Ambiental (COPAM) e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).

É efetuada uma avaliação da qualidade das águas do Estado como um todo e por bacia hidrográfica. Apresenta-se, também, uma abordagem mais específica por sub-bacia, o que ocorre preponderantemente para as bacias dos rios São Francisco e Grande.

A caracterização realizada permite a identificação de um conjunto de ações de controle ambiental que devem ser implementadas para minimizar e recuperar a situação prevalente.

Esta visão de conjunto da qualidade das águas do Estado de Minas Gerais possibilita rever estratégias de implementação da Política de Meio Ambiente nos seus aspectos de controle pela FEAM, ao tempo que fornece informações a outros órgãos, apoiando as atividades de Planejamento da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, notadamente com relação aos Comitês de Bacias.

Para o monitoramento das águas de minas, realizam-se dois tipos de campanha de amostragem: completas e intermediárias. As campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março e em julho/agosto/setembro, caracterizam, respectivamente, os períodos de chuva e estiagem, enquanto as intermediárias, realizadas nos meses de abril/maio/junho e outubro/novembro/dezembro, que caracterizam os demais períodos climáticos do ano.

Nas campanhas completas é realizada uma extensa série de análises, englobando, em média, 50 parâmetros comuns ao conjunto de pontos de amostragem, conforme apresentado na Tabela 28.

Tabela 28 – Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas

Parâmetros comuns a todos os pontos	
Alcalinidade Bicarbonato	Ferro Dissolvido
Alcalinidade Total	Fósforo Total
Alumínio Total*	Fenóis Totais
Alumínio dissolvido**	Manganês Total
Arsênio Total	Mercúrio Total
Bário Total	Níquel Total
Boro Total	Nitrato
Cádmio Total	Nitrito
Cálcio	Nitrogênio Amoniacal Total
Chumbo Total	Nitrogênio Orgânico
Cianeto Livre	Óleos e Graxas
Clorofila-a	Oxigênio Dissolvido - OD
Cloreto Total	pH "in loco"
Cobre Dissolvido**	Potássio
Cobre Total	Selênio Total
Coliformes Termotolerantes	Sódio
Coliformes Totais	Sólidos Dissolvidos Totais
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos suspensos totais
Cor Verdadeira	Sólidos Totais
Cromo(III)	Substâncias tensoativas
Cromo(VI)	Sulfato Total
Cromo Total **	Sulfetos
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Temperatura da Água
Demanda Química de Oxigênio – DQO	Temperatura do Ar
Dureza (Cálcio)	Turbidez
Dureza (Magnésio)	Zinco Total
Estreptococos Fecais	

* Este parâmetro foi analisado somente nas bacias dos rios Doce, Paraíba do Sul e Grande.
 ** Parâmetros inseridos a partir de 2005, em adequação à resolução CONAMA 357/05.

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

Nas campanhas intermediárias são analisados 16 parâmetros genéricos em todos os locais, como mostra a Tabela 29. Para as regiões onde a pressão de atividades industriais e minerárias é mais expressiva, como é o caso das sub-bacias dos rios das Velhas, Paraopeba, Pará, Verde e trechos das bacias dos rios Paraíba do Sul, Doce, Grande e São Francisco, também são incluídos parâmetros característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta, conforme a Tabela 30.

Tabela 29 – Relação do parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias.

Parâmetros comuns a todos os pontos	
Cloreto total	Nitrogênio amoniacal total
Clorofila-a	Oxigênio Dissolvido
Coliformes termotolerantes	pH "in loco"
Coliformes totais	Sólidos suspensos totais
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos Totais
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Temperatura da Água
Fósforo Total	Temperatura do Ar
Nitrato	Turbidez

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

Tabela 30 – Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem na bacia do Rio Sapucaí.⁷

Código da Estação	Parâmetros Específicos
BG039	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total
BG041	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total
BG043	Cádmio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Zinco total
BG044	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Ensaio ecotoxicológico
BG045	Cádmio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
BG047	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Ensaio ecotoxicológico
BG049	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Ensaio ecotoxicológico

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

7.3 Indicadores Ambientais

Os indicadores utilizados para a caracterização da qualidade das águas na bacia Rio Sapucaí foram o Índice de Qualidade de Água (IQA) e a contaminação por tóxicos (CT).

⁷ Não foram encontrados os parâmetros específicos para as estações BG042, BG046, BG048, BG050 e BG052, uma vez que estas foram implantadas em 2008, e estes parâmetros não foram ainda disponibilizados.

7.3.1 Índice de Qualidade de Água – IQA

O IQA é um parâmetro que foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, USA, e foi adaptado pela Fundação CETEC. No seu cálculo, são considerados os seguintes parâmetros:

- ✓ Oxigênio dissolvido;
- ✓ Coliformes fecais;
- ✓ pH;
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxigênio;
- ✓ Nitratos;
- ✓ Fosfatos;
- ✓ Temperatura da água;
- ✓ Turbidez;
- ✓ Sólidos totais.

Estes parâmetros são considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

Para cada um dos parâmetros listados existem equações ou “curvas médias de variação de qualidade”, com o uso das quais pode-se obter o valor da “nota” referente à qualidade da água neste quesito. O IQA é, então, calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos referidos parâmetros:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

em que,

- ✓ IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número de 0 a 100;

- ✓ q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e
- ✓ w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

- ✓ n : número de parâmetros que entram no cálculo do IQA

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA, numa escala de 0 a 100, é classificada para abastecimento público, segundo a Tabela 31.

Tabela 31 – Classificação do IQA

NÍVEL DE QUALIDADE	FAIXA
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Média	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito ruim	$0 < IQA \leq 25$

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

Considerando-se o IQA foi concebido para avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público é natural que seu uso para caracterizar a qualidade da água sob o ponto de vista ambiental fique a desejar. Entretanto, embora sejam reconhecidas as limitações do IQA, notadamente quanto à ausência de indicadores hidrobiológicos e o pouco peso dado à concentração de sedimentos e turbidez das águas, que não permite validar o real impacto ambiental de atividades de mineração e de beneficiamento de minérios, sua aplicação tem sido generalizada em todo o mundo, permitindo-se, assim, uma razoável aproximação da qualidade, sob o ponto de vista ambiental, da água no corpo hídrico amostrado (CETEC, 1983).

7.3.2 Contaminação por tóxicos – CT

A contaminação por tóxicos (CT), por sua vez, pode ser avaliada considerando-se os seguintes componentes:

- ✓ Amônia;
- ✓ Arsênio;
- ✓ Bário;
- ✓ Cádmio;
- ✓ Chumbo;
- ✓ Cianetos;
- ✓ Cobre;
- ✓ Crômio hexavalente;
- ✓ Índice de fenóis;
- ✓ Mercúrio;
- ✓ Nitritos;
- ✓ Zinco.

Em função das concentrações observadas, a contaminação pode ser caracterizada como Baixa, Média ou Alta (FEAM, 2002).

A denominação Baixa refere-se a ocorrência de concentrações iguais ou inferiores a até 1,2 vezes o limite estabelecido para a classe de enquadramento do trecho do curso d'água, na respectiva estação de amostragem, conforme padrões definidos pelo COPAM na Deliberação Normativa Nº 10/86. A contaminação Média refere-se à faixa de concentrações de 1,2 a 2 vezes o limite mencionado, enquanto que a Alta é mais do que 2 vezes o referido limite (FEAM, 2002) – Figura 37.

Contaminação	Concentração em relação à classe de enquadramento
Baixa	concentração $\leq 1,2.P$
Média	$1,2.P < \text{concentração} \leq 2.P$
Alta	concentração $> 2.P$

P = Limite de Classe definido na Resolução CONAMA N° 357/05 (dados a partir de 2005) e Limite de Classe definido na Deliberação Normativa COPAM N° 10/86 (dados de 1997 a 2004)

Figura 37 – Caracterização da contaminação por tóxicos

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

A qualidade das águas é avaliada anualmente, a partir dos resultados das quatro campanhas de amostragem. O nível de qualidade reportado refere-se a média aritmética dos valores de IQA da estação e a contaminação por tóxicos (CT) representa a pior condição identificada em cada estação.

7.4 Resultados

7.4.1 Avaliação Histórica

Os resultados aqui apresentados referem-se aos monitoramentos realizados no períodos de 1997 a 2007.

✓ Índice de Qualidade de Água – IQA

A distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem, de 1997 a 20068 pode ser vista na Figura 38.

Observou-se que o IQA Bom foi registrado em apenas duas estações no Rio Sapucaí (BG039 e BG049) e nenhum valor na faixa Muito Ruim foi registrado.

Em todas as estações predominou o nível Médio para o parâmetro IQA.

⁸ A média anual do Índice de Qualidade das Águas (IQA), em 2007, não pôde ser calculada para os pontos de amostragem do rio Sapucaí, em virtude da perda de informações referentes ao parâmetro de coliformes termotolerantes na segunda campanha de 2007.

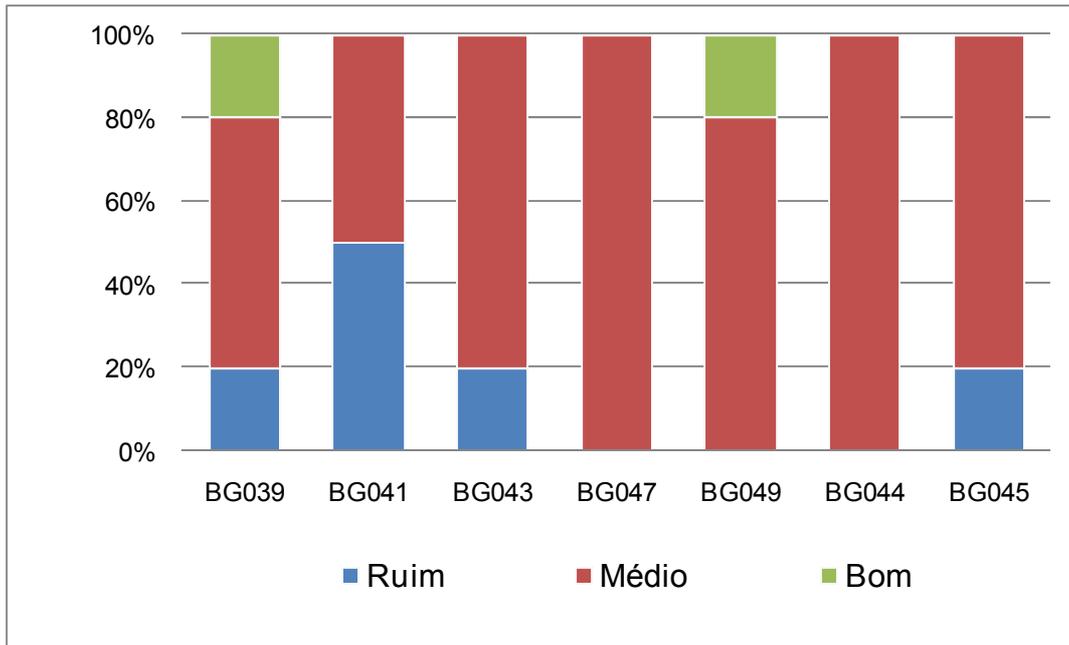


Figura 38 – Distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem de 1997 a 2006.

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

Considerando a Figura 38, pode se afirmar que, historicamente, o IQA da bacia do Rio Sapucaí pode ser considerado Médio.

A seguir apresentamos a Tabela 32 com os resultados médios do IQA ano a ano, desde 1997 a 2006.

Tabela 32 – Resultados do IQA para as estações na bacia do Rio Sapucaí de 1997 a 2006

Estação	Corpo d'água	Descrição	IQA										
			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
BG039	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a montante da cidade de Itajubá.	Ruim	Médio	Médio	Ruim	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom	Bom
BG041	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a jusante da cidade de Itajubá.	Ruim	Médio	Médio	Ruim	Médio	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Médio	Médio
BG043	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a montante da foz do Rio Sapucaí - Mirim.	Ruim	Médio	Ruim	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
BG047	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a montante da cidade de Careaçú.a montante da cidade de Pouso Alegre.	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
BG049	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a montante do Reservatório de Furnas.	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Bom
BG044	Rio Sapucaí - Mirim	Rio Sapucaí - Mirim a montante da cidade de Pouso Alegre	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
BG045	Rio Sapucaí - Mirim	Rio Sapucaí - Mirim próximo de sua foz no rio Sapucaí.	Ruim	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Ruim	Médio	Médio	Médio	Médio

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

✓ **Contaminação por Tóxicos – CT**

Com relação à distribuição das faixas de CT, pode-se observar na Figura 39 abaixo, que foram registrados contaminação Baixa em todas as estações, sendo que este valor é o que prevalece na maioria delas, exceto na estação BG043, onde a CT foi considerada Média.

Os resultados aqui representados referem-se ao período de 1997 a 2007.

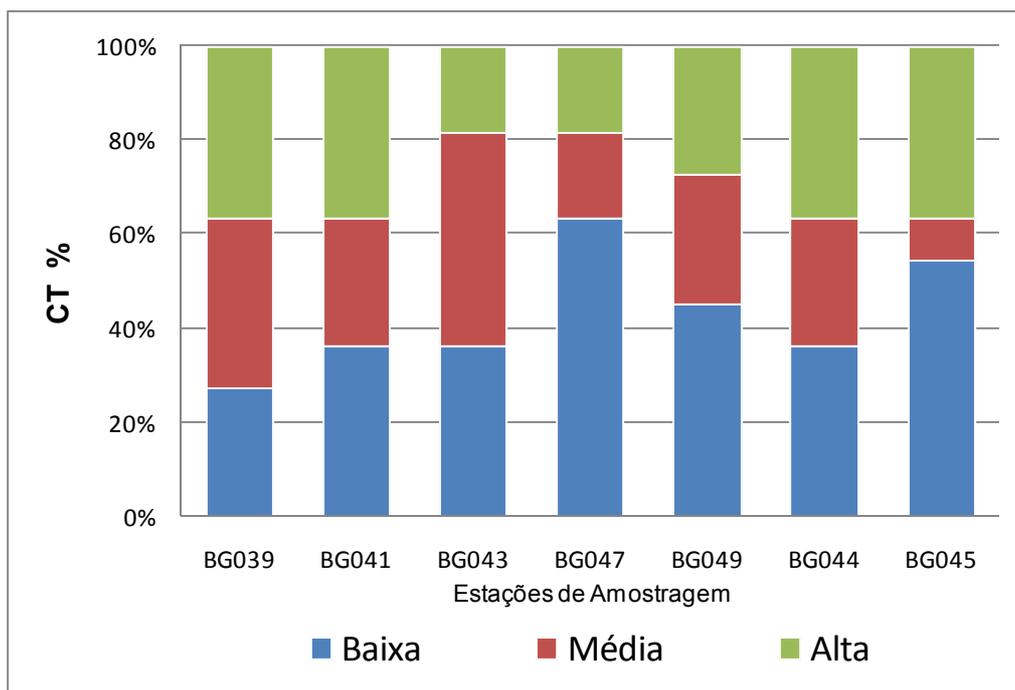


Figura 39 – Distribuição das faixas do CT (Contaminação por tóxicos) por estação de amostragem de 1997 a 2007.

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

Vale ressaltar também que todas as estações apresentaram contaminação Alta em pelo menos 2 anos, como pode ser observado na Tabela 33. Um dos fatores causadores disso pode ser devido aos teores elevados de níquel, cobre e chumbo registrados em algumas campanhas de monitoramento. A presença destes metais pode estar associada aos efluentes líquidos e resíduos sólidos de empresas do ramo têxtil, de fábricas de montagem de veículos automotores e de materiais plásticos sintéticos, principalmente localizados em Itajubá.

A seguir apresentamos a Tabela 33 com os resultados médios do CT ano a ano, desde 1997 a 2007.

Tabela 33 – Resultados da CT para as estações na bacia do Rio Sapucaí de 1997 a 2007

Estação	Corpo d'água	Descrição	Contaminação por Tóxicos - CT										
			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BG039	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a montante da cidade de Itajubá.	Média	Alta	Alta	Alta	Médio	Baixa	Média	Alta	Média	Baixa	Baixa
BG041	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a jusante da cidade de Itajubá.	Média	Alta	Alta	Alta	Baixa	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Baixa
BG043	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a montante da foz do Rio Sapucaí - Mirim.	Média	Alta	Alta	Média	Baixa	Média	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Média
BG047	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a montante da cidade de Careçu.a montante da cidade de Pouso Alegre.	Baixa	Média	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Baixa
BG049	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí a montante do Reservatório de Furnas.	Baixa	Alta	Alta	Alta	Média	Média	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Baixa
BG044	Rio Sapucaí - Mirim	Rio Sapucaí - Mirim a montante da cidade de Pouso Alegre	Baixa	Alta	Alta	Alta	Média	Alta	Média	Média	Baixa	Baixa	Baixa
BG045	Rio Sapucaí - Mirim	Rio Sapucaí - Mirim próximo de sua foz no rio Sapucaí.	Baixa	Alta	Alta	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Média	Baixa	Baixa	Baixa

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

✓ **Avaliação Ambiental**

Foram identificadas as principais violações de parâmetros em relação aos limites legais nos pontos de amostragem da bacia do Rio Sapucaí. O Quadro 13 a seguir apresenta os principais fatores de pressão associados aos indicadores de degradação em 2007 e os parâmetros que tiveram as maiores violações no período de 1997 a 2007 para cada estação de amostragem, caracterizando o estado da qualidade das águas.

Quadro 13 – Principais fatores de pressão associados aos indicadores de degradação em 2007 e os parâmetros que tiveram as maiores violações no período de 1997 a 2007 para cada estação de amostragem

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		Fatores de Pressão	Indicadores de degradação em 2007	Indicadores com o MAIOR nº de violações no período de 1997 a 2007.
Rio Sapucaí				
BG039	2	Lançamento de esgoto sanitário; Agricultura; Erosão.	Alumínio dissolvido, cor verdadeira, fósforo total, ferro dissolvido, manganês total, coliformes termotolerantes e turbidez.	Alumínio total, alumínio dissolvido, fósforo total, coliformes termotolerantes, coliformes totais, manganês total, turbidez e óleos e graxas.
BG041	2	Lançamento de esgoto sanitário, Agricultura, Erosão Assoreamento, Carga difusa.	Alumínio dissolvido, fósforo total, ferro dissolvido, manganês total, coliformes termotolerantes.	Alumínio total, alumínio dissolvido, coliformes totais, fósforo total, coliformes termotolerantes, manganês total, óleos e graxas e turbidez.
BG043	2	Lançamento de esgoto sanitário, Agricultura, Carga difusa, Atividade mineraria, Erosão, Assoreamento	Alumínio dissolvido, cobre dissolvido, ferro dissolvido, manganês total, fósforo total, e coliformes termotolerantes.	Alumínio total, alumínio dissolvido, fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes, manganês total, fenóis totais e ferro dissolvido.
BG047	2	Agricultura, Atividade mineraria, Lançamento de esgoto sanitário	Alumínio dissolvido, clorofila-a, fósforo total, ferro dissolvido, manganês total, coliformes termotolerantes, óleos e graxas e turbidez.	Alumínio total, alumínio dissolvido, clorofila-a, fósforo total, coliformes termotolerantes, coliformes totais, ferro dissolvido e manganês total.

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		Fatores de Pressão	Indicadores de degradação em 2007	Indicadores com o MAIOR nº de violações no período de 1997 a 2007.
BG049	2	Carga difusa, Agropecuária Erosão, Assoreamento	Alumínio dissolvido, cor verdadeira, manganês total, fósforo total, ferro dissolvido e turbidez.	Alumínio total, alumínio dissolvido, fósforo total, manganês total, coliformes termotolerantes, óleos e graxas e fenóis totais.
Rio Sapucaí – Mirim				
BG044	2	Lançamento de esgoto sanitário, Atividade mineraria Erosão, Carga difusa, Assoreamento, Agricultura	Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, fósforo total e ferro dissolvido	Alumínio total, alumínio dissolvido, fósforo total, coliformes termotolerantes, coliformes totais, ferro dissolvido, fenóis totais e óleos e graxas.
BG045	2	Lançamento de esgoto sanitário, Carga difusa, Erosão	Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, fósforo total, óleos e graxas e ferro dissolvido	Alumínio total, alumínio dissolvido, coliformes totais, coliformes termotolerantes, fósforo total, óleos e graxas e ferro dissolvido.

FONTES: IGAM – Projeto Águas de Minas

A predominância de IQA Médio ou Ruim na bacia do Rio Sapucaí, vem caracterizando a má qualidade dos corpos de água que recebem os lançamentos dos esgotos dos municípios da bacia.

Em relação à contaminação por tóxicos, o cobre tem sido um dos principais parâmetros a contribuir na situação dos corpos de água. O Cobre é muito usado como fungicida na lavoura cafeeira, ponto em comum em todos os trechos que apresentaram violação desse parâmetro.

Os resultados de coliformes termotolerantes (subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose e que são alguns dos principais indicadores de contaminações fecais, originadas do trato intestinal humano e de outros animais) nas águas do rio Sapucaí em 2007 superaram o limite legal em todas as estações de monitoramento, destacando-se o trecho a jusante da cidade de Itajubá (BG041), onde se observaram as maiores contagens de coliformes termotolerantes (Figura 40).

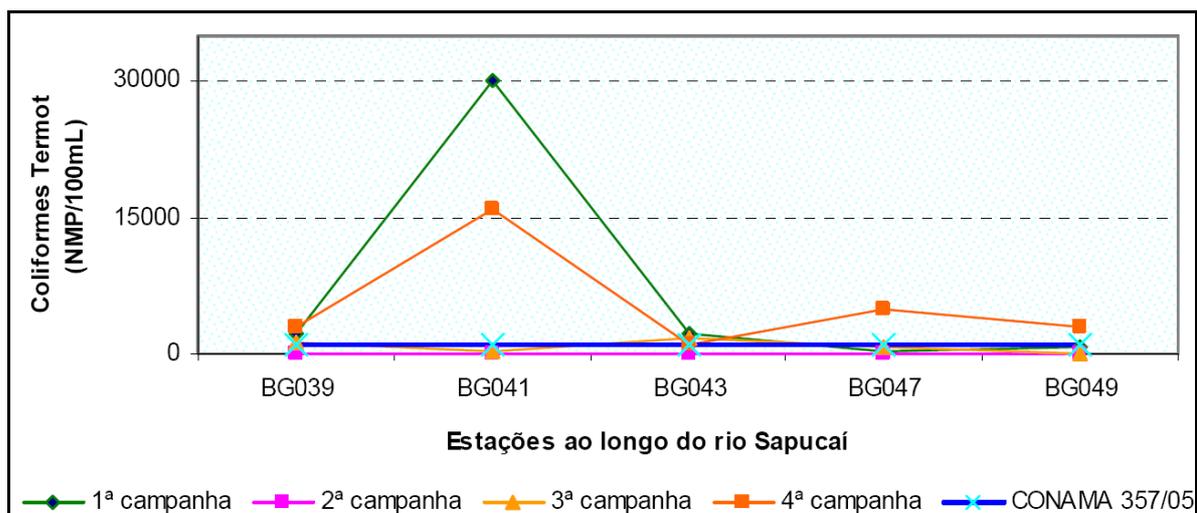


Figura 40 – Coliformes termotolerantes nas estações do Rio Sapucaí em 2007.

FONTE: IGAM, 2007

As concentrações de fósforo total estiveram acima do limite legal em três campanhas de amostragem na estação localizada a montante do reservatório de Furnas (BG049), na segunda e quarta campanhas no trecho a montante da cidade de Itajubá (BG039) e a jusante da cidade de Itajubá (BG041), na quarta campanha nas estações localizadas a montante da foz do rio Sapucaí – Mirim (BG043) e a montante da cidade de Careaçú (BG047).

Este quadro está associado ao lançamento de esgotos sanitários sem tratamento, bem como ao aporte de carga de poluição difusa, devido à contribuição da atividade agrícola pelo uso de fertilizantes. Os teores de fósforo total detectados são ainda mais graves por esse corpo de água desaguar no reservatório de Furnas, condição que favorece o processo de eutrofização de ambientes represados.

7.4.2 Monitoramentos Recentes

Os relatórios trimestrais das qualidades da água de 2008 e o relatório da 1ª Campanha de 2009 foram analisados para se determinar a situação atual dos corpos de água da bacia do Rio Sapucaí.⁹ Vale ressaltar que no ano de 2008, a partir da 3ª campanha mais 5 estações foram consideradas, totalizando 12 estações de amostragem.

De acordo com as informações levantadas nestes relatórios, para ano de 2008, a situação da qualidade da água é representada na Figura 41.

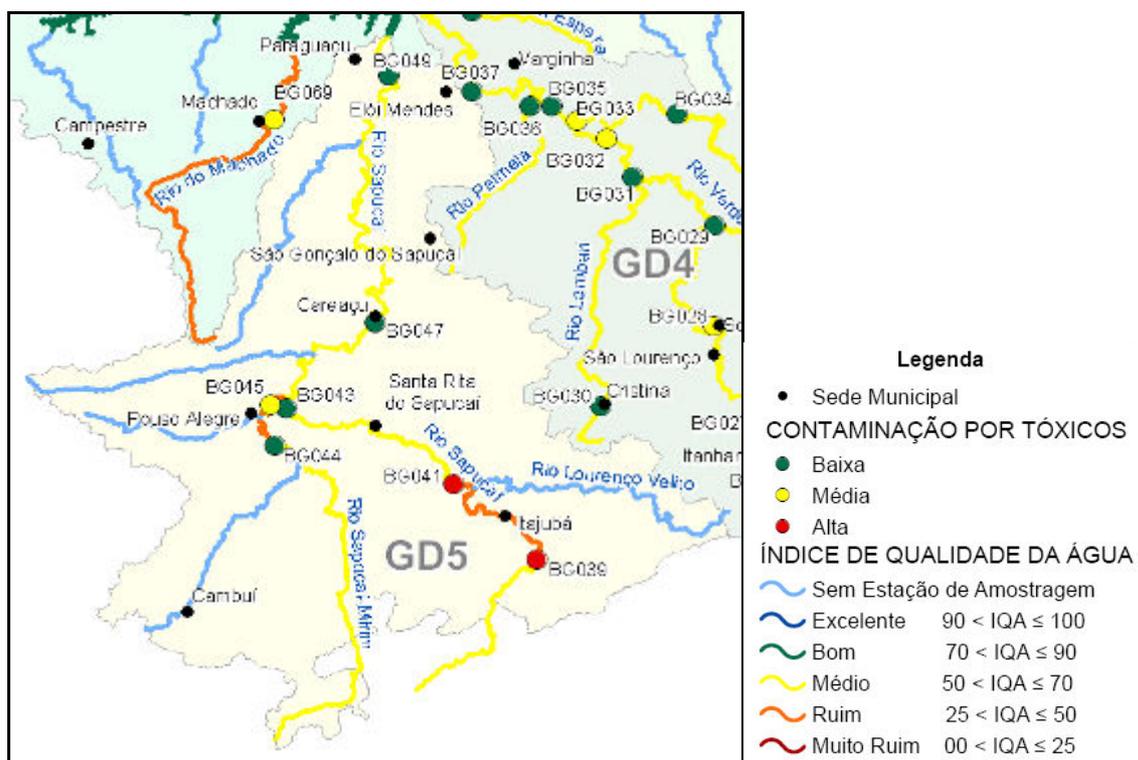


Figura 41 – Mapa da Qualidade de 2008: média anual.

FONTE: IGAM, 2008

⁹ O Relatório Anual de 2008 ainda não está disponível no site do IGAM.

De acordo com a Figura 42, duas estações apresentaram nível alto para o parâmetro Contaminação por Tóxicos – CT. Tal fato foi em função da presença de Zinco e Chumbo, substâncias estas oriundas de processos naturais e antropogênicos, dentre os quais se destacam a combustão de madeira, incineração de resíduos, siderurgias, cimento, concreto, cal e gesso, indústrias têxteis, termoelétricas e produção de vapor, além efluentes domésticos. Alguns compostos orgânicos de zinco também são encontrados em alguns pesticidas.

O IQA foi considerado Médio para grande parte do Rio Sapucaí e do Rio Sapucaí – Mirim. Apenas 2 trechos apresentaram IQA Ruim. O IQA ruim se deve ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento, principalmente pelas cidades de Itajubá e Pouso Alegre, as duas com a maior população da bacia.

Na 1ª campanha de 2009, os parâmetros que mais violaram os limites definidos pela Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/08 foram coliformes termotolerantes, cor verdadeira, sólidos em suspensão totais e Manganês total como pode ser observado na Tabela 34.

As desconformidades em relação aos limites legais dos parâmetros citados acima, na bacia do Rio Sapucaí, estão relacionadas aos lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais nos corpos de água, além do manejo inadequado do solo devido ao uso indiscriminado de fertilizantes na agricultura com prejuízos para o meio ambiente.

Tabela 34 – Resultados dos parâmetros analisados na 1ª campanha de 2009 na bacia do Rio Sapucaí

Variável	Limite DN COPAM / CERH nº 01/2008	Unidade	BG039	BG041	BG043	BG044	BG052	BG042	BG045	BG046	BG048	BG047	BG050	BG049
UPGRH			GD5	GD5	GD5	GD5	GD5	GD5	GD5	GD5	GD5	GD5	GD5	GD5
Classe de Enquadramento	Classe 2		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2		Classe 2
Data de Amostragem			03/03/09	03/03/09	27/02/09	27/02/09	27/02/09	26/02/09	27/02/09	26/02/09	27/02/09	27/02/09	27/02/09	25/02/09
Hora de Amostragem			8:25	9:35	13:20	14:10	10:40	14:15	10:05	12:15	9:10	11:45	8:20	9:20
Condições do Tempo			Nublado	Nublado	Nublado	Chuvoso	Bom	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Bom	Nublado	Chuvoso
Temperatura do Ar		° C	21,80	24,20	24,60	23,30	24,20	23,50	23,90	23,60	22,80	27,70	21,20	24,30
Temperatura da Água		° C	22,30	25,00	22,60	24,30	32,20	21,70	23,50	27,70	23,70	28,70	22,30	22,10
pH	6 a 9		6,1	5,3	6,1	5,5	6,2	6,2	6,1	6,3	5,8	6,2	5,7	5,6
Condutividade Elétrica		µmho/cm	29,9	40,2	34,8	33,5	33,7	39,9	33,8	34,7	28,1	38,5	34,5	39,2
Turbidez	100	UNT	161,0	81,3	141,0	198,0	170,0	52,1	192,0	38,2	175,0	228,0	54,0	51,9
Cor Verdadeira	75	mg Pt / L	257	80	332	487	468	121	533	104	456	393	164	128
Sólidos Totais		mg / L	248	239	158	254	183	106	196	80	240	267	80	113
Sólidos Dissolvidos Totais	500	mg / L	58	60	62	75	69	37	72	36	59	76	45	42
Sólidos em Suspensão Totais	100	mg / L	190,0	179,0	96,0	179,0	114,0	69,0	124,0	44,0	181,0	191,0	35,0	71,0
Alcalinidade Total		mg / L CaCO ₃	14,3	17,3	14,8	13,7	15,6	18,4	13,7	17,3	12,1	16	14,1	17,1
Alcalinidade de Bicarbonato		mg / L CaCO ₃	14,3	17,3	14,8	13,7	15,6	18,4	13,7	17,3	12,1	16	14,1	17,1
Dureza Total		mg / L CaCO ₃	10,9	12,8	11,4	14,8	11	14,6	10,1	12	11,5	18,1	10,9	15,5
Dureza de Cálcio		mg / L CaCO ₃	4,5	8,3	6,2	5,6	5	10,9	4,7	6,7	6	10,5	6,4	8,9
Dureza de Magnésio		mg / L CaCO ₃	6,4	4,5	5,2	9,2	6	3,7	5,4	5,3	5,5	7,6	4,5	6,6
Cloreto Total	250	mg / L Cl	1,01	1,4	1,89	1,53	1,51	1,01	1,61	1,24	1,48	2,21	1,98	1,45
Potássio Dissolvido		mg / L K	0,97	1,206	1,711	1,774	1,423	1,715	1,718	1,215	1,54	1,749	1,551	1,609
Sódio Dissolvido		mg / L Na	1,55	2,327	2,026	1,745	2,247	1,709	1,762	2,158	1,572	2,02	1,953	1,927
Sulfato Total	250	mg / L SO ₄	1,9	2,0	< 1,0	2,4	2,7	1,4	2,3	1,4	2,6	1,6	2,0	2,1
Sulfeto	0,002	mg / L S	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	mg / L P	0,13	0,11	0,13	0,18	0,13	0,05	0,15	0,06	0,11	0,16	0,06	0,11
Nitrogênio Orgânico		mg / L N	0,69	0,68	0,44	0,67	0,46	0,35	0,32	0,29	0,7	0,89	0,32	0,37
Nitrato	10	mg / L N	0,08	0,07	0,08	0,05	0,08	0,09	0,06	0,07	0,06	0,10	0,08	0,20
Nitrito	1	mg / L N	0,005	0,007	0,004	0,003	0,005	0,006	0,004	0,003	0,004	0,007	0,002	0,005

Variável	Limite DN COPAM / CERH nº 01/2008	Unidade	BG039	BG041	BG043	BG044	BG052	BG042	BG045	BG046	BG048	BG047	BG050	BG049
OD	Não inferior a 5	mg / L O ₂	7,9	5,7	5,0	6,1	5,7	6,3	5,6	6,6	6,1	5,2	6,1	5,8
% OD Saturação		%	99,801	75,182	62,585	79,164	87,070	77,588	71,437	92,277	78,190	73,997	76,404	71,521
DBO	5	mg / L O ₂	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO		mg / L O ₂	26	33	< 5	12	14	14	7,7	11	24	8,2	< 5	6
Cianeto Total	0,005*	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	mg / L C ₆ H ₅ OH												
Óleos e Graxas	ausentes	mg / L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Substâncias Tensoativas	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais		NMP / 100 ml												
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP / 100 ml	13000	50000	8000	8000	8000	1700	3000	3000	11000	1700	11000	600
Estreptococos Fecais		NMP / 100 ml												
Clorofila a	30	µg / L	9,18	3,62	2,85	2,43	2,45	5,66	9,16	5,74	4,85	9,35	2,72	14,69
Densidade de Cianobactérias	50000	cel / mL					30,80	30,80		30,80	53,90		84,70	
Alumínio Dissolvido	0,1	mg / L Al	< 0,1	< 0,1	0,1369	0,402	< 0,1	0,1169	0,204	< 0,1	< 0,1	0,1301	< 0,1	< 0,1
Arsênio Total	0,01	mg / L As	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Bário Total	0,7	mg / L Ba	0,0572	0,068	0,0679	0,1077	0,0373	0,1031	0,1095	0,0456	0,0742	0,111	0,0441	0,049
Boro Total	0,5	mg / L B	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Cádmio Total	0,001	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total		mg / L Ca	1,8	3,3	2,5	2,2	2	4,4	1,9	2,7	2,4	4,2	2,6	3,6
Chumbo Total	0,01	mg / L Pb	0,011	< 0,005	< 0,005	0,011	< 0,005	0,009	0,009	< 0,005	0,008	0,013	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	mg / L Fe	0,1328	0,1185	0,296	0,382	0,197	0,1796	0,309	0,1395	0,1304	0,222	0,195	0,243
Magnésio Total		mg / L Mg	1,6	1,1	1,3	2,2	1,5	0,9	1,3	1,3	1,3	1,8	1,1	1,6
Manganês Total	0,1	mg / L Mn	0,159	0,206	0,1238	0,1343	0,1178	0,1206	0,1223	0,1239	0,152	0,189	0,0796	0,0807
Mercurio Total	0,2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel Total	0,025	mg / L Ni	0,0122	0,0117	0,00637	0,00686	< 0,004	< 0,004	0,00857	< 0,004	0,00803	0,00975	< 0,004	0,0047
Selênio Total	0,01	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zinco Total	0,18	mg / L Zn	0,0273	0,0548	0,0284	0,0317	< 0,02	0,04	0,0318	< 0,02	0,0377	0,0449	< 0,02	0,0245

OBS: Valores em **vermelho** indicam resultados não conformes com o padrão de classe.

FONTE: IGAM, 2009

Os corpos de água que apresentaram o maior número de violação de parâmetros na bacia estão apresentados, em ordem decrescente do número de parâmetros que violaram o limite estabelecido na legislação na Tabela 35.

Tabela 35 – Condições mais críticas na bacia do Rio Sapucaí

Corpo d'água	Nº de parâmetros que não atenderam ao limite legal	Parâmetros com violação maior ou igual a 100% do valor do limite legal.
Rio Sapucaí – Mirim	10	Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes; cor verdadeira
Rio Sapucaí	9	Coliformes termotolerantes; cor verdadeira; Manganês Total; turbidez
Ribeirão do Mandu	4	---
Rio Dourado	3	Coliformes termotolerantes; cor verdadeira
Rio do Cervo	7	Coliformes Termotolerantes; Cor Verdadeira

FONTE: IGAM, 2009

O resultado geral da 1ª campanha de 2009 pode ser visualizado na Figura 42.



Legenda

- Sede Municipal
- CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS**
- Baixa
- Média
- Alta
- ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA**
- Sem Estação de Amostragem
- Excelente $90 < IQA \leq 100$
- Bom $70 < IQA \leq 90$
- Médio $50 < IQA \leq 70$
- Ruim $25 < IQA \leq 50$
- Muito Ruim $00 < IQA \leq 25$

Figura 42 – Mapa da Qualidade de 2009: 1ª campanha.

FONTE: IGAM, 2009

7.5 Considerações Finais

Numa análise geral, a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí deve ser considerada como média a ruim, já que, analisando as series históricas de monitoramento, estas são as condições mais freqüentes identificadas.

Os parâmetros que mais freqüentemente não atenderam à classe de enquadramento na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí foram: alumínio, fosfato total, coliformes fecais, índice de fenóis, cobre, manganês, coliformes temotolerantes, chumbo e turbidez.

A contaminação por tóxicos foi considerada baixa (1ª campanha de 2009) e alta em dois pontos no ano de 2008. Os principais responsáveis por esta situação foram os parâmetros índice de fenóis, chumbo, cobre, zinco, mercúrio e cádmio.

O pH das águas da cabeceira do Rio Sapucaí pode ser considerado baixo, tomando por base os padrões ambientais, conforme pode-se verificar nos resultados obtidos após a análise dos resultados de 1997 a 2007. Entretanto, vale considerar que este curso d'água drena área cujos solos são reconhecidamente ácidos. Sendo assim, os valores encontrados podem ser considerados normais. Essa suspeita é corroborada pelas elevadas concentrações de alumínio nas águas analisadas, esperadas apenas em cursos d'água drenantes de áreas de solos ácidos.

A ocorrência de mercúrio nos Rios Sapucaí-Mirim e Sapucaí pode estar associada ao garimpo de ouro na região ou ao uso desse metal na agricultura, notadamente no tratamento do solo para a exploração da bataticultura ou cultivo de outras hortaliças. Como têm sido observadas altas concentrações em águas que drenam áreas exclusivamente agrícolas, pode-se suspeitar que os pesticidas sejam a principal fonte de mercúrio para as águas. A presença do chumbo, da mesma forma, pode estar associada à presença de chumbo em pesticidas de uso agrícola. Tanto o chumbo como o mercúrio são elementos extremamente tóxicos ao homem e à vida aquática. Já a presença de cádmio no Rio Sapucaí-Mirim parece estar mais associada à ocorrência de despejos industriais, uma vez que as maiores concentrações foram encontradas a jusante de Pouso Alegre (BG045), cidade de grande parque industrial, incluindo-se indústrias metalúrgicas.

Para melhorar a análise das qualidades das águas da bacia do Rio Sapucaí é necessário a instalação de pelo ou menos mais 04 estações de amostragem, sendo 01 no Rio Lourenço Velho, após a cidade de Maria da Fé, 01 no Rio Itaim (na cidade de Estiva), 01 no Ribeirão Vargem Grande e 01 no Rio Turvo (em Natércia), por se tratarem de cursos d'água importantes para a bacia.

8. DIAGNÓSTICO DA DINÂMICA SOCIAL

A Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí é uma das sub-bacias do Rio Grande, localiza-se na Região Sudeste e é compartilhada por dois estados: São Paulo e Minas Gerais (Figura 43). Em termos administrativos a bacia está dividida em duas unidades de gestão. Em Minas, correspondente à Unidade de Planejamento e Gestão e Recursos Hídricos - GD5¹⁰. Em São Paulo, constitui a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - URGHI 01 - Bacia da Mantiqueira, que por sua vez, dividi-se em duas sub-bacias: Sapucaí-Mirim e Sapucaí-Guaçu (Figura 44).

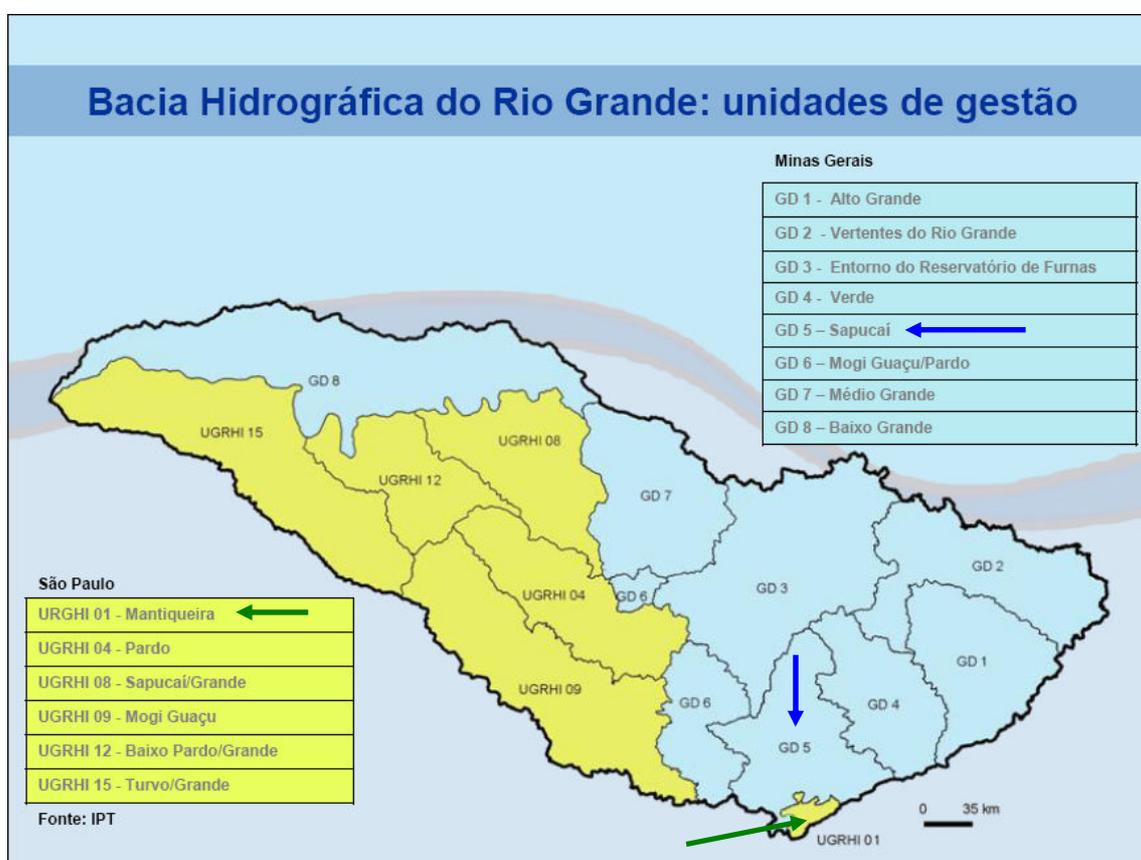


Figura 43 – Bacia Hidrográfica do Rio Grande, com destaque para as unidades de gestão que correspondem à sub-bacia do Rio Sapucaí.

Fonte: Diagnóstico da situação dos recursos hídricos do Rio Grande – SP/MG – março 2008,

IPT

¹⁰A bacia hidrográfica do rio Grande abrange os estados de Minas Gerais e São Paulo. É composta por oito sub-bacias mineiras, sendo uma delas a do rio Sapucaí (identificada como GD 5, uma vez que, em Minas Gerais os códigos foram dados a partir das bacias hidrográficas de rios de domínio da União) e seis paulistas.



Figura 44 – Vertente Paulista da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí – Unidades hidrográficas principais e sua localização em relação aos municípios da UGRHI-1

Fonte: Plano de bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Serra da Mantiqueira (CPTI, 2003)

A bacia hidrográfica do rio Sapucaí (a partir de agora designada como GD5) na vertente paulista possui 632 km², o que representa 6,68% da área de drenagem total¹¹. Essa área corresponde a 100 % do território de três municípios: Campos do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí (Tabela 36).

Tabela 36– Área territorial dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí (GD5)

Conjunto de municípios da GD5	Área				
	de drenagem		total dos municípios		dos municípios na área de drenagem
	km ²	%	km ²	%	%
Municípios paulistas (3)	632,14	6,68	632,14	4,81	100
Municípios mineiros (48)	8.824	93,32	12.505,90	95,19	67,16
Total	9.456,16	100	13138,04	100	-

¹¹Área de drenagem é aquela delimitada pelo divisores de água, onde correm um rio principal e seus afluentes.

8.1 Processo de ocupação e desenvolvimento econômico

O processo histórico de ocupação e desenvolvimento econômico do Sul de Minas Gerais reflete-se na dinâmica atual da bacia. O Perfil Econômico de Minas Gerais (FIEMG, 2009) retrata as principais atividades econômicas desenvolvidas na macrorregião revelando a grande complexidade socioeconômica do Sul de Minas com importantes atividades nos três setores da economia: primário (pecuária leiteira, cafeicultura), secundário (metalurgia-alumínio, mineração, agroindústria, eletroeletrônicos, autopeças, bebidas, têxtil) e terciário (turismo e, pode-se acrescentar, educação).

A história inicial do povoamento, pelos portugueses, da região que compreende a bacia hidrográfica do Rio Sapucaí está ligada às Entradas e Bandeiras que percorreram o interior do Brasil em busca de ouro e minerais preciosos, e ocasionaram o extermínio das populações originais da região – os índios Puri-Coroados e Cataguases.

No período colonial, São Paulo era uma região de passagem entre as altas serras mineiras e os campos de criação ao sul, constituindo-se num pólo de comunicação e articulação entre o planalto e o litoral. No princípio do século XVIII, a vila de Taubaté tornou-se o principal centro irradiador das bandeiras que atravessando as gargantas da Mantiqueira, desbravavam os sertões mineiros, descobriram as primeiras lavras, produziram os primeiros choques e levantaram os primeiros núcleos de povoamento na região das Gerais. Após a Guerra dos Emboabas (1710), os paulistas passaram a explorar de modo mais sistemático o sul mineiro. Desde então, os garimpeiros começaram a descer o rio Sapucaí se estabelecendo nas localidades nas quais encontravam ouro. Deste modo, vários povoados importantes se instalaram na região, ainda no período colonial.

As riquezas minerais mais expressivas, no entanto, estavam localizadas na região central de Minas. Dessa forma, em um contexto de presença de terras férteis e distância da região litorânea, a agricultura e a pecuária ganharam força, a princípio, como atividade de subsistência complementar à mineração e, aos poucos, assumindo caráter mercantil estando voltada para o abastecimento do mercado interno tanto das regiões mineradoras quanto do Rio de Janeiro. De acordo com Pascoal (2007), o caráter mercantil da produção de subsistência no Sul de Minas data do século XVIII e, no século XIX, esteve voltada, sobretudo, ao abastecimento da Corte. A policultura,

ainda hoje presente, já caracterizava a agricultura na região, grande produtora de milho, arroz, feijão, fumo, gado, porcos, queijos, carne salgada. Essa produção foi fundamental para o desenvolvimento econômico da região no intervalo entre o ciclo do ouro e o da cafeicultura.

Ainda segundo Pascoal, o Sul de Minas era um dos centros de maior dinamismo comercial no período colonial. O que certamente era favorecido pelo fato de constituir um importante entroncamento dos caminhos que ligavam os portos de Parati, Rio de Janeiro e Santos aos campos de Piratininga (hoje arredores da cidade de São Paulo).

No século XIX, especialmente após a Independência, verifica-se uma substancial mudança na região. O café penetrou através do vale do Paraíba paulista e emergiu como cultura importante no final do século promovendo a reinserção da economia sul mineira e vale paraibana mercado internacional (após os ciclos do ouro e do açúcar). A partir de então, houve um significativo desenvolvimento associado à expansão da cultura cafeeira com abertura de estradas, implantação de ferrovias e das primeiras usinas hidrelétricas. A malha rodoviária estava, então, orientada no sentido de facilitar o embarque do café no porto de Santos, tendo os paulistas como intermediários na comercialização do produto no mercado externo.

Tabela 37 – Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí instalados no século XIX

Município	Ano de instalação
Pouso Alegre	1831
Camanducaia	1840
Itajubá	1848
São Bento do Sapucaí	1858
Paraisópolis	1872
São Gonçalo do Sapucaí	1878
Machado	1880
Ouro Fino	1880
Pedralva	1884
Passa Quatro	1888
Santa Rita do Sapucaí	1888
Cambuí	1889

FONTE: PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003

O crescimento econômico promoveu também o crescimento demográfico desenvolvendo as vilas e cidades e gerando constantes desmembramentos com criação de novos distritos, municípios e comarcas. Dos atuais municípios da vertente mineira da Bacia do Sapucaí 13 foram estabelecidos no século XIX (Tabela 37), sendo o mais antigo deles Pouso Alegre, criado em 1831.

A prosperidade trazida pelo café ensejou o primeiro surto de industrialização. Tratava-se, na realidade, do reflexo de um processo que se instalava no Brasil, mais especialmente no Estado de São Paulo, em consequência da cessação das medidas restritivas imposta durante o período colonial, reforçado, mais tarde, pela política protecionista implementada pelo Governo Federal após a Proclamação da República. As indústrias daí originárias eram de pequeno e médio porte, concentradas, principalmente, nos ramos de produtos alimentícios (laticínios e açúcar, beneficiamento de café e arroz), têxteis e siderúrgicos.

Nas primeiras décadas do século XX, São Paulo já constituía o centro dinâmico industrial do país com grande diversificação de plantas industriais, mas com uma séria carência de bens intermediários. A integração da economia paulista com a de Minas Gerais ocorreu a partir do fornecimento de tais bens, produtos metalúrgicos primários e, também, de gêneros alimentícios e gado vivo. Com isto, a economia mineira, depois de São Paulo, foi a que mais cresceu no Brasil (Marson, 2006).

Com a crise de 1929 a economia sul mineira entrou em declínio generalizado em decorrência da redução nas exportações de café. Nesse momento a atividade pecuária, especialmente a leiteira, cumpriu importante papel como fonte de abastecimento das cidades em expansão, tanto no estado como fora dele, garantindo o dinamismo da economia regional (COPASA, 2001).

O predomínio da cafeicultura no Sul de Minas se altera gradualmente, entre as décadas de 30 e 50, com a afirmação da tendência do Estado para a produção siderúrgica. Na década de 50, no processo de substituição de importações, a indústria ampliou consideravelmente sua participação na economia brasileira. Um fator que contribuiu para essa nova realidade foi o empenho do governo mineiro na expansão da infra-estrutura, sobretudo na área de energia e transportes, cujos resultados se traduziram na criação, em 1952, da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e no crescimento da malha rodoviária estadual, com destaque para a inauguração da Fernão Dias, no final da década.

Na segunda metade dos anos 60 e início dos 70, o governo de Minas investiu na política de planejamento econômico capitaneada pelo Conselho Mineiro de Desenvolvimento. Diversas instituições, articuladas entre si, passaram a dar apoio ao planejamento da industrialização do estado, entre eles o Banco de Desenvolvimento Econômico, o Escritório de Racionalização e Modernização Administrativa e a Companhia de Distrito Industrial, tendo como ponto de referência um estudo conhecido como Diagnóstico da Economia Mineira. Assim, durante os anos 70, a economia mineira ingressou em uma fase de crescimento acelerado. Nesse período, a posição geográfica privilegiada, aliada à existência de cidades de porte médio e boa infra-estrutura, fez do Sul de Minas uma região estratégica para a expansão industrial.

A revitalização da economia agrícola foi estimulada também por programas governamentais, durante as décadas de 70 e 80, como o Plano de Renovação e Revigoração dos Cafezais (PRRC) e ao PROÁLCOOL, com reflexos na região da bacia. Outro incentivo à agricultura adveio da valorização da terra nas proximidades de São Paulo, que resultou no afastamento do cinturão verde em relação à região metropolitana, reforçando a, já tradicional, diversificação da produção agrícola sul mineira, especialmente em termos de hortifrutigranjeiros (COPASA, 2001).

A partir do final dos anos 70 e, notadamente, na década de 80, a região recebeu pesados investimentos em educação, ciência e tecnologia, vindo, mais tarde a constituir-se em importante Pólo Tecnológico do Estado de Minas Gerais. Esse processo levou à mudança do perfil econômico que, até então, mantinha sua base nos setores agrícolas (cafeicultura e pecuária leiteira) e turístico, com alguns centros voltados para as indústrias de transformação tradicionais (alimentícias e têxteis).

A dinâmica econômica recente do Sul de Minas está relacionada com a desconcentração industrial verificada em todo Brasil e, em especial, na Região Metropolitana de São Paulo. Essa mudança, iniciada nos anos 80, se intensificou ao longo da década de 90 em função das transformações da economia global e resultou em importante alteração espacial na localização da indústria “com o esvaziamento do principal pólo industrial do país, a região metropolitana de São Paulo, e a reconcentração industrial no interior de São Paulo e, de modo mais amplo, na região que se estende do centro de Minas Gerais ao nordeste do Rio Grande do Sul, especialmente em cidades de porte médio” (Sabóia, 2000: 70). A duplicação da Fernão Dias, iniciada em 1993, reforçou a migração de empresas para a região sul mineira.

No início dos anos 2000, o governo de Minas, para fazer face à criação de um novo pólo eletro-eletrônico na Bahia, criou programas de incentivo com o objetivo de aumentar a atratividade do estado para as indústrias do ramo. Uma das intenções era a consolidação do pólo industrial do Vale da Eletrônica (referência à integração entre escolas, já existentes na região, e setor produtivo) que abrange os municípios de Santa Rita do Sapucaí e Itajubá. Em 2003, o governo do estado, através do Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais (INDI) e das Secretarias de Desenvolvimento Econômico (SEDE), Ciência e Tecnologia e Fazenda, no bojo da guerra fiscal, concedeu tratamento tributário diferenciado para as indústrias do ramo eletro-eletrônico, além de inseri-la no rol das prioridades de governo, como uma das que compõem os Arranjos Produtivos Locais o que significou incentivo a toda a cadeia produtiva. A transferência do grupo FIC/Phiong /PWM/Magnética de São Paulo para Santa Rita do Sapucaí em 2002, constitui uma ilustração da desconcentração industrial e da política mineira de incentivo fiscal que resultou na permanência do grupo no município com ampliação de investimentos e do número de empregos (admissão de 2800 pessoas em 2004). Em decorrência, novas empresas instalaram-se na região, incluindo novos municípios como Brasópolis onde também se instalaram indústrias do setor (INDI, 2005).

Alguns fatos ilustram um cenário positivo de futuro, como indicam os exemplos a seguir. O Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) possui um programa de apoio ao Arranjo Produtivo Local (APL) de Santa Rita do Sapucaí cujo objetivo é a consolidação do pólo eletrônico através da articulação entre as diversas empresas, de modo a ocupar um nicho de mercado aproveitando as oportunidades de crescimento do setor de construção civil abertas devido a eventos próximos como a Copa do Mundo e os Jogos Olímpicos. Por outro lado, a exploração de petróleo da camada pré-sal traz como perspectiva o aumento da demanda por helicópteros produzidos pela Helibrás em Itajubá, com criação de 200 vagas de trabalho direto, como anunciado pela imprensa¹². A perspectiva para os próximos anos é de continuidade do processo de crescimento econômico de municípios da bacia com conseqüente crescimento populacional.

¹² “Acordo militar entre Brasil e França beneficia a Helibrás”. Estado de Minas, 09 de setembro 2009. Disponível em http://www.uai.com.br/UAI/html/sessao_4/2009/09/09/em_noticia_interna,id_sessao=4&id_noticia=126526/em_noticia_interna.shtml>. Acesso em /set. 2009.

8.2 Diagnóstico da Dinâmica Populacional

O diagnóstico da dinâmica socioeconômica foi realizado com base em dados secundários disponibilizados por diversas instituições públicas de pesquisa, ensino, desenvolvimento, prestação de serviço, tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), Instituto de Geociências Aplicadas (IGA), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS), entre outras. Para os municípios paulistas da bacia hidrográfica do rio Sapucaí foram utilizados dados disponibilizados pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) e, também, o Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Serra da Mantiqueira – UGRHI 1 (CPTI, 2003). Além disso, foram realizadas pesquisas na rede mundial de computadores e levantamento bibliográfico.

A caracterização demográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí tem como base informações censitárias e da Contagem da população 2007. As projeções populacionais tiveram como fonte o Centro de Estatísticas e Informações (CEI) da Fundação João Pinheiro (FJP), no caso dos municípios da vertente mineira e, no caso dos municípios paulistas a SEADE.

São considerados separadamente, os 3 municípios paulistas e 48 mineiros, focalizando a população total e por situação de domicílio (urbano e rural), a taxa de urbanização e a densidade demográfica. A partir dessa caracterização algumas análises da dinâmica demográfica atem-se aos municípios com sede administrativa na bacia. Os dados são focalizados em comparação com os padrões macrorregionais, estaduais e / ou nacionais.

8.2.1 Caracterização Demográfica

Os 51 municípios que integram a BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ possuem juntos 770.491 habitantes (Tabela 1). Este total corresponde à população residente, estimada pelo IBGE a partir da contagem populacional 2007¹³. A população residente é uma projeção realizada com base na população recenseada em domicílios

particulares permanentes (domicílios entrevistados) de forma a compensar os domicílios fechados. Os dados populacionais por situação de domicílio (urbana ou rural) consideram a população recenseada, motivo pelo qual a soma das parcelas urbana e rural é inferior à somatória da população residente.

O grau de urbanização do conjunto dos municípios mineiros pertencentes à bacia do Sapucaí é alto (76,1%), semelhante ao do estado de Minas Gerais (76,8%), embora inferior ao índice apresentado pela macrorregião Sul/Sudoeste (80,2%), conforme descrito na Tabela 38. A taxa média de urbanização supera 70% em todos os trechos da bacia, chega 85,2 % na vertente paulista.

Tabela 38 – Caracterização da população residente por trecho da GD5 - São Paulo e Minas Gerais - 2007

Unidade da Federação, Mesorregião Geográfica e trecho da GD5	Nº. de municípios	População			Taxa de urbanização	Densidade demográfica (hab/km ²)
		Total *	Urbana**	Rural**		
<i>Minas Gerais</i>	853	12.513.830	9.613.348	2.900.482	76,8	32,9
<i>Sul/Sudoeste de Minas</i>	134	2.331.237	1.868.873	462.364	80,6	46,9
Trechos da GD5						
Alto Sapucaí	21	284.980	211.587	71.520	74,2	71,5
Vertente mineira	18	223.217	158.984	62.972	71,2	65,1
Vertente paulista	3	61.763	52.603	8.548	85,2	89,8
Médio Sapucaí	21	347.147	268.141	76.692	77,2	64,1
Baixo Sapucaí	9	138.364	106.438	31.267	76,9	43,3
Total	51	770.491	586.166	179.479	76,1	58,4

* População residente estimada.

** População recenseada em domicílios particulares permanentes.

FONTE: IBGE, *Contagem da população, 2007*

Porém, nem toda essa população reside na área de drenagem da bacia. A divisão político administrativa segue critérios que não coincidem com a delimitação das vertentes hidrográficas, como é sabido. Do conjunto de 51 municípios integrantes da bacia hidrográfica do rio Sapucaí, 31 (cerca de 61 %) têm a totalidade de seu território e, portanto, de sua população residindo na bacia. Os demais municípios (19 deles) têm apenas parcela de sua área territorial na GD5, sendo que 12 (23,5 %) têm nela sua sede administrativa urbana e 8 (15,7 %) apenas parte de seu território rural (Tabela 39 e 40).

¹³A Contagem da População realizada pelo IBGE em 2007 incluiu municípios com população até 170 mil habitantes.

Tabela 39 – Número de municípios que compõem os trechos Alto, Médio e Baixo da GD5, de acordo com o tipo de inserção na bacia (total ou parcial)

Trechos / Vertente	Municípios com área TOTAL na bacia	Municípios com área PARCIAL na bacia		Total
		Sede na bacia	Sede fora da bacia	
Alto Sapucaí	17	2	2	21
Mineira	15	1	2	18
Paulista	3	0	0	3
Médio Sapucaí	12	6	4	21
Baixo Sapucaí	4	4	2	10
Total de municípios	31	12	8	51
Distribuição %	60,8	23,5	15,7	100%

FONTE: CHB Sapucaí, Vida Meio Ambiente

Tabela 40 – Municípios que compõem os trechos Alto, Médio e Baixo da bacia hidrográfica do rio Sapucaí (GD5) e forma de inserção (total ou parcial)

Número/ Total	Municípios	Com área TOTAL na bacia	Com área PARCIAL na GD5	
			Sede administrativa na GD5	Sede fora da GD5
21	Alto Sapucaí	17	2	2
	Vertente mineira	14	2	2
1	Brasópolis	Brasópolis		
2	Conceição das Pedras	Conceição das Pedras		
3	Conceição dos Ouros	Conceição dos Ouros		
4	Consolação	Consolação		
5	Delfim Moreira	Delfim Moreira		
6	Gonçalves	Gonçalves		
7	Itajubá	Itajubá		
8	Maria da Fé	Maria da Fé		
9	Marmelópolis	Marmelópolis		
10	Paraisópolis	Paraisópolis		Passa Quatro
11	Passa Quatro			
12	Pedralva		Pedralva	
13	Piranguçu	Piranguçu		

Número/ Total	Municípios	Com área TOTAL na bacia	Com área PARCIAL na GD5	
			Sede administrativa na GD5	Sede fora da GD5
14	Piranguinho	Piranguinho		
15	São José do Alegre	São José do Alegre		
16	Sapucaí - Mirim		Sapucaí - Mirim	
17	Virgínia			Virgínia
18	Wenceslau Brás	Wenceslau Brás		
Vertente paulista		3	0	0
19	Campos do Jordão	Campos do Jordão		
20	Santo Antônio do Pinhal	Santo Antônio do Pinhal		
21	São Bento do Sapucaí	São Bento do Sapucaí		
21	Médio Sapucaí	11	6	4
1	Borda da Mata		Borda da Mata	
2	Cachoeira de Minas	Cachoeira de Minas		
3	Camanducaia			Camanducaia
4	Cambuí	Cambuí		
5	Careaçu	Careaçu		
6	Congonhal		Congonhal	
7	Córrego do Bom Jesus	Córrego do Bom Jesus		
8	Espírito Santo do Dourado		Espírito Santo do Dourado	
9	Estiva		Estiva	
10	Heliodora	Heliodora		
11	Lambari			Lambari
12	Munhoz			Munhoz
13	Natércia	Natércia		
14	Ouro Fino			Ouro Fino
15	Pouso Alegre	Pouso Alegre		
16	Santa Rita do Sapucaí	Santa Rita do Sapucaí		
17	São João da Mata		São João da Mata	
18	São Sebastião da Bela Vista	São Sebastião da Bela Vista		
19	Senador Amaral		Senador Amaral	
20	Senador José Bento	Senador José Bento		
21	Silvianópolis	Silvianópolis		
9	Baixo Sapucaí	3	4	2
1	Carvalhópolis	Carvalhópolis		
2	Cordislândia	Cordislândia		

Número/ Total	Municípios	Com área TOTAL na bacia	Com área PARCIAL na GD5	
			Sede administrativa na GD5	Sede fora da GD5
3	Elói Mendes		Elói Mendes	
4	Machado			Machado
5	Monsenhor Paulo		Monsenhor Paulo	
6	Paraguaçu		Paraguaçu	
7	Poço Fundo			Poço Fundo
8	São Gonçalo do Sapucaí		São Gonçalo do Sapucaí	
9	Turvolândia	Turvolândia		
51	Total de municípios	31	12	8

FONTE: CBH Sapucaí, Vida Meio Ambiente

A observação da forma de inserção municipal na bacia é relevante dada à concentração da população nas áreas urbanas. Além disso, em alguns municípios a parcela de território rural inserida na área de drenagem do Rio Sapucaí é muito pequena. É o caso de municípios como Camanducaia (área predominantemente ocupada por pastagem), Munhoz (lavoura), Passa Quatro (floresta), Ouro Fino (agricultura), como pode ser observado na Tabela 41.

Tabela 41 – Indicadores demográficos - municípios mineiros com área parcial e sede administrativa fora da GD5 – 2007

Municípios	População			Taxa de urbanização	Densidade demográfica
	Total	Urbana	Rural		
Alto Sapucaí					
Passa Quatro	15.285	11.632	3.593	76,4	55,3
Virgínia	8.351	3.547	4.759	42,7	25,6
Médio Sapucaí					
Camanducaia	19.708	14.086	5.292	72,7	37,4
Lambari	18.547	13.516	4.926	73,3	87,0
Munhoz	6.298	3.489	2.798	55,5	33,0
Ouro Fino	31.154	21.914	8.989	70,9	58,4

Municípios	População			Taxa de urbanização	Densidade demográfica
	Total	Urbana	Rural		
Baixo Sapucaí					
Machado	37.567	30.276	7.096	81,0	64,4
Poço Fundo	15.350	9.076	6.182	59,5	32,4

*População total estimada

** Uso do solo predominante no trecho do município pertencente à GD5, conforme Mapa de Uso e ocupação do Solo.

FONTE: IBGE, Censo Demográfico 2000 e Contagem da população 2007

Nos oito municípios cujas áreas urbanas estão fora da área de drenagem do Rio Sapucaí 70,6 % da população, em média, é urbana (Tabela 42). A população rural total é de pouco mais de 43 mil pessoas e representa 5,7 % da população total dos municípios inseridos na bacia. A divisão dessa população rural pela extensão territorial dos municípios revela uma densidade demográfica baixa, apenas 14 habitantes por km². Destes oito, somente Virgínia tem mais da metade da população na área rural, mas sua área territorial inserida na bacia é predominantemente ocupada por pastagens.

Os dados referentes à população estimada indicam a existência de 708.773 habitantes na vertente mineira da bacia, distribuídos da seguinte maneira: 556.513 nos 40 municípios mineiros com sede administrativa urbana na bacia (representando 78,5 % da população) e 152.260 naqueles com sede administrativa fora da área de drenagem (21,5 %).

Tabela 42 – Caracterização demográfica segundo forma de inserção do município, parcial ou total, e da sede administrativa urbana

Forma de inserção na GD5	População 2007			Taxa de Urbanização (%)	Densidade demográfica 2007 (hab/km ²)
	Total*	urbana	rural		
Área total ou parcial e sede administrativa urbana na bacia– Minas Gerais (40) (A)	556.513	426.027	127.296	76,6	53,7
Área total na bacia – São Paulo (3) (B)	61.763	52.603	8.548	90,0	80,3
Área parcial, sem sede administrativa urbana na bacia (8)	152.260	107.536	43.635	70,6	48,7
Total vertente mineira	708.773	533.563	170.931	75,3	56,7
Total estimado para a GD5 (A+ B)	618.276	478.630	135.844	77,4	...

*População total estimada

FONTE: IBGE, Contagem da população 2007

Os argumentos acima justificam a exclusão da população dos municípios sem sede urbana na bacia para efeito do cálculo aproximado da população total residente¹⁴. Por esse motivo, a análise da dinâmica populacional, realizada adiante, considera para efeito de alguns dos cálculos, apenas a população dos municípios que possuem área total ou sede administrativa urbana na bacia. Dessa forma, a população total residente a ser considerada é de 618.276 habitantes, sendo 77,4% urbana.

8.2.2 Distribuição espacial da população

Predominam na bacia municípios de pequeno porte, 82,4% deles têm até 20.000 habitantes (Gráfico 11). Municípios de pequeno porte, em geral, tendem a possuir estruturas institucionais e normativas menos complexas, como atestam dados do IBGE, relativos, por exemplo, à existência de instrumentos de política e legislação urbana (que será objeto de análise em outro item).

¹⁴ O cálculo é apenas uma aproximação, uma vez que, por um lado, exclui a população dos municípios sem sede urbana na bacia, mas, por outro, inclui a população total daqueles que, embora tenham a sede urbana na bacia, tem apenas parcela de seu território nela.

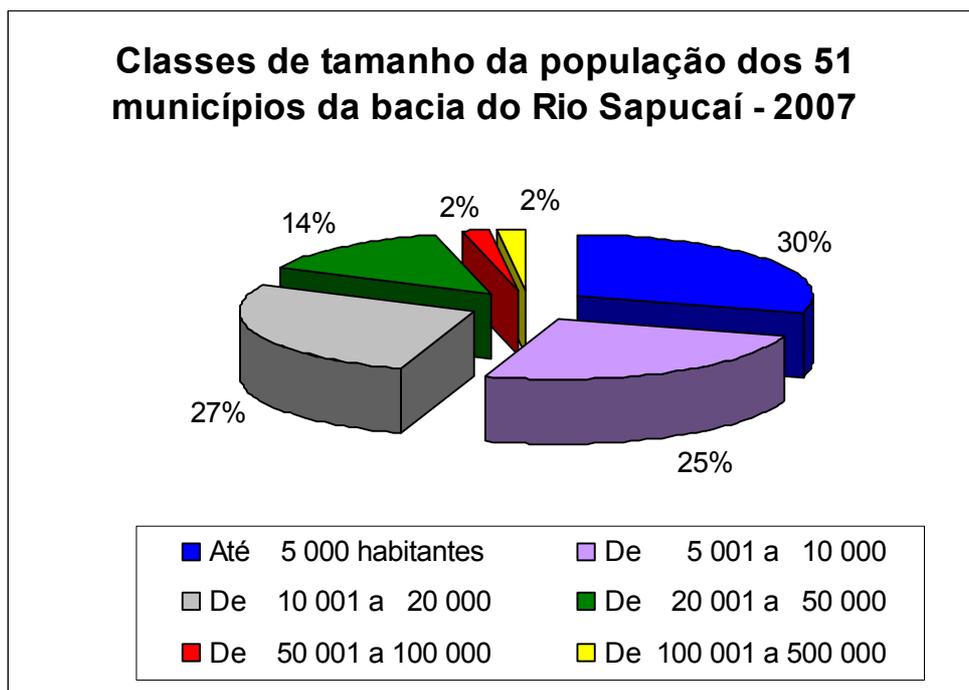


Gráfico 11 – Distribuição percentual dos municípios da GD5 por classes de tamanho da população

FONTE: IBGE, Contagem da população 2007

Os dois menores municípios localizam-se em Minas Gerais e possuem menos de 2.000 habitantes: Consolação com 1.685 (no Alto Sapucaí) e Senador José Bento com 1.908 (no Médio Sapucaí). Na faixa entre 20 e 50 mil habitantes estão 13,7% do total, o que corresponde a sete municípios (Tabela 43).

Tabela 43 – Classes de tamanho da população dos 51 municípios da GD5

Classes de tamanho	Número de municípios	%
Até 5.000 habitantes	15	29,4
De 5.001 a 10.000	13	25,5
De 10.001 a 20.000	14	27,5
De 20.001 a 50.000	7	13,7
De 50.001 a 100.000	1	2,0
De 100.001 a 500.000	1	2,0
Mais de 500.000	0	0,0
Total	51	100,0

FONTE: IBGE, Contagem da população 2007

Existem apenas dois municípios de maior porte, ambos também em Minas, constituindo importantes pólos regionais: Pouso Alegre (Médio) e Itajubá (Alto). Pouso Alegre é o maior município da bacia, com 119.649 habitantes e Itajubá o segundo com

86.210. A soma da população destes dois municípios representa um terço (33,3 %) da população total estimada residente na GD5 (618.276 habitantes). Na vertente paulista, o maior é Campos do Jordão com 44.688 moradores.

No baixo curso do Rio Sapucaí o município mais populoso é Machado, com 37.567 habitantes e apenas território rural na bacia. Neste trecho o maior município com sede na bacia é Elói Mendes (24.091 habitantes).

✓ **A vertente paulista da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí**

Três municípios, pertencentes à mesorregião Vale do Paraíba Paulista e à microrregião Campos do Jordão, compõem a parte superior da GD5: Campos do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí. O mais antigo deles é São Bento, fundado em 1858. Os outros dois, emancipados de São Bento do Sapucaí, foram instalados no século XX: Campos do Jordão em 1935 e Santo Antônio em 1959.

Em Campos do Jordão 99,5 % da população reside na área urbana e a densidade demográfica é alta (152,4 habitantes por km²) superando a do estado de São Paulo (149 hab./ km²). Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí são municípios de pequeno porte e menos urbanizados, 6.560 e 10.515 moradores, respectivamente (Tabela 44).

Tabela 44 – Indicadores demográficos – Vertente Paulista da GD5

Estado / Macrorregião / Microrregião / Municípios	População 2007			Taxa de urbanização 2007	Densidade demográfica a 2000
	Total	Urbana*	Rural*	(%)	(hab/km ²)
São Paulo	4.045.356	3.652.074	393.282	90,3	149
Vale do Paraíba Paulista	318.870	287.531	31.339	90,2	
Campos do Jordão	44.688	43.971	241	99,5	152,4
Santo Antônio do Pinhal	6.560	3.533	2.972	54,3	47,4
São Bento do Sapucaí	10.515	5.100	5.335	48,9	41,2
Vertente paulista	61.763	52.603	8.548	90,0	80,3

FONTE: IBGE, Censo Demográfico, 2000 e Contagem da população, 2007

Os três municípios constituem estâncias climáticas, assim, além da população residente há uma significativa população flutuante em função do turismo. O Plano da Bacia Hidrográfica da UPGRI 01 registra, em seu diagnóstico, um fluxo médio de

peças variando “entre 10.000/mês (agosto a dezembro) e 80.000/dia (julho) em Campos do Jordão; até 4.000/mês em Santo Antônio do Pinhal e até 20.000/mês em São Bento do Sapucaí” (CPTI, 2003: 27). Esse fluxo gera pressão sobre o sistema de saneamento com aumento expressivo da demanda por água e da produção de esgoto e de resíduos sólidos.

✓ **A vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí**

A parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, considerando a divisão política do estado de Minas Gerais, está inserida na mesorregião Sul/Sudoeste. Os 48 municípios com território na bacia pertencem a sete microrregiões de planejamento, conforme pode ser observado na Tabela 45.

Tabela 45 – Municípios com território na bacia por microrregião de planejamento

Microrregião	Numero total de municípios	Número de municípios na bacia	% em relação ao número total
Alfenas	12	4	33,0
Itajubá	13	11	85,0
Poços de Caldas	13	1	8,0
Pouso Alegre	20	13	65,0
Santa Rita do Sapucaí	15	15	100,0
São Lourenço	20	2	10,0
Varginha	16	2	13,0

FONTE: IBGE

A única microrregião totalmente inserida na bacia é Santa Rita do Sapucaí, formada por 15 municípios. Itajubá e Pouso Alegre são as duas outras microrregiões cujos municípios pertencem majoritariamente à bacia: 85% (13) e 65% (11) deles respectivamente. As microrregiões menos expressivas são Poços de Caldas e São Lourenço. Apenas um município da microrregião Poços de Caldas está inserido na bacia e de forma parcial. No caso de São Lourenço, são dois municípios, ambos também com parcela de seu território na vertente da GD5.

A Tabela 46 contém a lista dos municípios com sede administrativa na área de drenagem da GD5 indicando sua população total, por situação de domicílio (urbana e rural), a taxa de urbanização e densidade demográfica (IBGE, Contagem da população, 2007).

Tabela 46 – Indicadores demográficos - municípios mineiros com sede administrativa na bacia – 2007

Nº	Municípios	População recenseada			Taxa de urbanização	Densidade demográfica (hab/km ²)
		Total	Urbana	Rural		
	<i>Minas Gerais</i>	12.513.830	---	---	76,82	32,9
	<i>Sul/Sudoeste de Minas</i>	2.331.237	---	---	80,17	
	Alto Sapucaí					
1	Brasópolis	14.452	7.637	6.693	53,3	40,0
2	Conceição das Pedras	2.726	1.384	1.326	51,1	26,8
3	Conceição dos Ouros	10.204	7.598	2.536	75	55,9
4	Consolação	1.695	904	781	53,6	19,7
5	Delfim Moreira	7.834	2.664	5.112	34,3	19,2
6	Gonçalves	4.270	1.084	3.183	25,4	22,8
7	Itajubá	86.673	79.003	7.207	91,6	298,4
8	Maria da Fé	14.249	7.827	6.355	55,2	69,9
9	Marmelópolis	3.100	1.628	1.455	52,8	28,7
10	Paraisópolis	18.088	15.084	2.854	84,1	54,6
11	Pedralva	11.184	5.182	5.928	46,6	51,5
12	Piranguçu	5.113	1.676	3.385	33,1	24,8
13	Piranguinho	7.849	4.635	3.186	59,3	60,2
14	São José do Alegre	3.908	2.724	1.173	69,9	43,8
15	Sapucaí-Mirim	5.772	3.541	2.174	62	20,3
16	Wenceslau Brás	2.509	1.234	1.272	49,2	24,6
	Médio Sapucaí					
1	Borda da Mata	14.892	12.076	2.771	81,3	49,6
2	Cachoeira de Minas	10.820	6.589	4.177	61,2	35,4
3	Cambuí	25.010	19.933	4.946	80,1	103,0
4	Careaçu	6.029	4.497	1.481	75,2	33,3
5	Congonhal	9.692	7.061	2.566	73,3	47,1
6	Córrego do Bom Jesus	3.724	1.381	2.322	37,3	30,2
7	Espírito Santo do Dourado	4.293	1.655	2.635	38,6	16,3
8	Estiva	10.920	4.712	6.191	43,2	44,5
9	Heliodora	6.005	4.388	1.570	73,6	39,0
10	Natércia	4.623	2.828	1.750	61,8	24,3
11	Pouso Alegre	120.467	109.880	9.769	91,8	221,5
12	Santa Rita do Sapucaí	34.246	28.807	5.183	84,8	97,6
13	São João da Mata	2.858	1.713	1.140	60	23,7
14	São Sebastião da Bela Vista	4.884	2.560	2.308	52,6	29,3
15	Senador Amaral	5.051	2.986	2.063	59,1	33,4
16	Senador José Bento	1.908	684	1.224	35,8	20,2
17	Silvianópolis	6.018	3.386	2.591	56,7	19,3

Nº	Municípios	População recenseada			Taxa de urbanização	Densidade demográfica (hab/km ²)
		Total	Urbana	Rural		
	Baixo Sapucaí					
1	Carvalhópolis	3.234	2.296	923	71,3	40,1
2	Cordislândia	3.570	2.809	733	79,3	19,9
3	Elói Mendes	24.161	19.572	4.519	81,2	48,5
4	Monsenhor Paulo	7.391	5.453	1.927	73,9	34,1
5	Paraguaçu	19.603	15.749	3.780	80,6	46,1
6	São Gonçalo do Sapucaí	22.751	18.501	4.125	81,8	43,9
7	Turvolândia	4.737	2.706	1.982	57,7	21,4

--- Dados não disponíveis

FONTE: IBGE, Contagem da população, 2007 e PNAD

8.2.3 Densidade demográfica

A análise da densidade demográfica permite estabelecer uma relação mais clara entre área e população. O território sul mineiro como um todo possui alta densidade demográfica e o território da bacia hidrográfica idem. A densidade demográfica da bacia do Sapucaí, considerando qualquer um de seus trechos, é superior a do Estado (32,9 km²), variando entre 39 e 52,3 habitantes por km². Ela é também superior à da macrorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais, no caso dos trechos Alto e Médio Sapucaí, mais próximos a São Paulo e mais industrializados do que o baixo curso da bacia. A Tabela 47 traz uma visão comparativa da evolução da densidade demográfica e o Gráfico 12 permite visualizar sua progressão no tempo, em todos os trechos.

Tabela 47 – Evolução da densidade demográfica – 1970 - 2007

Municípios	Densidade Demográfica (hab/km ²)				
	1970	1980	1991	2000	2007
Minas Gerais	19,6	22,8	26,8	30,5	32,9
Sul/Sudoeste		33,4	39,3	45,0	46,9
Alto Sapucaí	40,7	40,9	46,3	51,5	52,3
Médio Sapucaí	32,2	35,0	42,1	49,0	51,6
Baixo Sapucaí	25,7	28,7	32,8	37,2	39,0

FONTE: IBGE, Censo Demográfico, 2000 e Contagem da População, 2007

Da década de 80 em diante, houve um aumento expressivo da população indicado graficamente pela inclinação das curvas de crescimento da densidade demográfica, no Gráfico 12. Este aumento foi mais expressivo nos cursos médio e alto da bacia.

Esse fato não é de se estranhar considerando a história de ocupação do Sul de Minas e a localização geográfica da GD5 que possui uma posição estratégica em relação aos grandes centros metropolitanos da região Sudeste (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte) e uma malha viária que favorece o trânsito de pessoas e mercadorias.

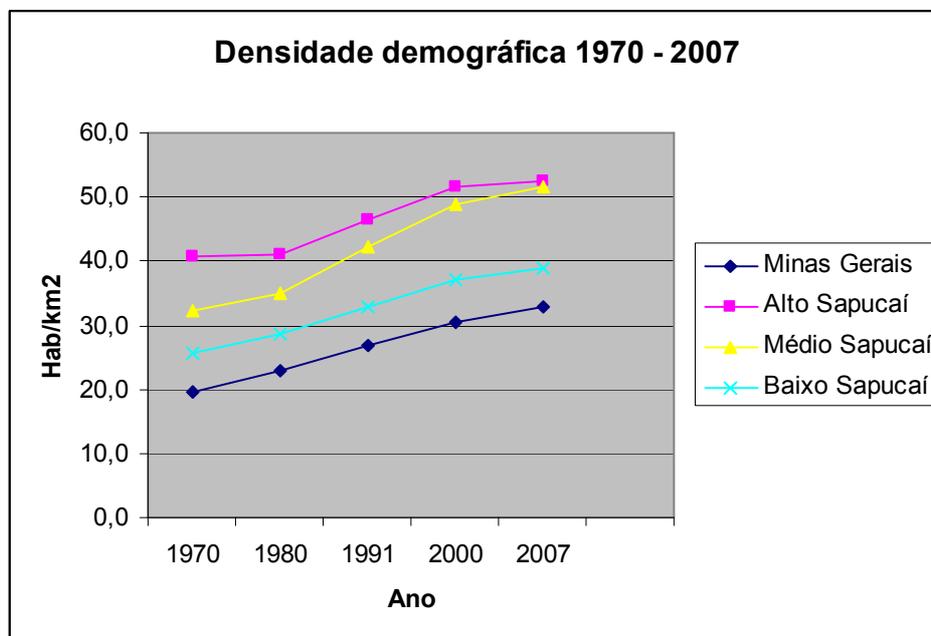


Gráfico 12 – Evolução da densidade demográfica

FONTE: IBGE, Censos demográficos.

Alguns municípios destacam-se no aumento da densidade demográfica considerando os dados censitários possuindo densidade demográfica muito superior à do Estado. Em quase quatro décadas (37 anos), a densidade demográfica do estado de Minas aumentou 1,7 vezes. Cinco municípios igualam ou superaram essa marca (Tabela 48), com destaque para Pouso Alegre, cuja densidade demográfica aumentou 3,2 vezes no período.

Tabela 48 – Coeficiente de aumento da densidade demográfica entre 1970 - 2007

Estado/município	Densidade Demográfica (hab/km ²)		Coeficiente de aumento
	2000	2007	
Minas Gerais	19,6	32,9	1,7
Itajubá	177,5	298,4	1,7
Pouso Alegre	70,1	221,5	2,6
Cambuí	39,7	103	1,7
Santa Rita do Sapucaí	53,5	97,6	3,2
Congonhal	27,2	47,1	1,8

FONTE: IBGE, Censo Demográfico 2000 e Contagem da População, 2007

A maior densidade demográfica é apresentada por Itajubá – 298,4 habitantes por km², nove vezes maior do que a do estado. A seguir, com as maiores densidades estão Pouso Alegre (221,5 hab/ km²), Cambuí (103 hab/ km²), Santa Rita do Sapucaí (97,6 hab/ km²) e Congonhal (47,1 hab/ km²). Considerando o total de municípios mineiros com território na bacia hidrográfica (60,4 %) têm densidade demográfica superior à densidade demográfica do estado de Minas Gerais (2007): 32,9 hab/km².

Augusto (2008), em estudo sobre os fluxos migratórios interestaduais em Minas Gerais, destaca que a mesorregião Sul/Sudoeste de Minas, foi detentora dos maiores saldos migratórios positivos do período 1986/1991 e 1995/2000, seguida pelas macrorregiões Triângulo/Alto Paranaíba e Metropolitana de Belo Horizonte. Diversos fatores contribuíram para esse fato, entre eles o processo de desconcentração espacial da população e de algumas atividades econômicas que vem ocorrendo nas regiões mais dinâmicas do país, aliada à localização geográfica da mesorregião Sul/Sudoeste que eleva seus poderes de retenção e atração populacional.

AUGUSTO destaca que:

“A agricultura ainda é a atividade econômica mais forte na região, capitaneada pela cultura do café (30% da produção nacional, de qualidade reconhecida internacionalmente) e por uma das principais bacias leiteiras do país. Algumas microrregiões pertencentes à região Sul/Sudoeste de Minas Gerais (Pouso Alegre, Poços de Caldas e São Sebastião do Paraíso) destacam-se nas suas participações no PIB estadual que oscila entre 8,8% e 15,8% (BDMG, 2002a)” (Augusto, 2008:04).

Entre as oito microrregiões que compõem a mesorregião Sul de Minas, Pouso Alegre (que possui 65% de seus municípios no Médio Sapucaí) foi a que apresentou a maior taxa de crescimento populacional e o maior saldo migratório, nos quinquênios 1986/1991 e 1995/2000. O estado de São Paulo aparece como maior fornecedor de população, representa 80% do total de imigrantes para a microrregião de Pouso Alegre nos dois períodos. Augusto destaca o grande desenvolvimento econômico que a microrregião de Pouso Alegre tem experimentado nos últimos anos. Este crescimento deriva do fato de ali estarem instalados grandes setores de extração mineral e indústrias têxtil, alimentar, de material elétrico e de comunicações. A proximidade geográfica com grandes centros urbanos e a duplicação da Fernão Dias (BR 381) facilitam os deslocamentos humanos e materiais e vários segmentos industriais têm sido atraídos para a região. Além disso, esta microrregião conta com

um comércio bem diversificado, assim como com um setor de saúde e educação em expansão, favorecendo uma crescente concentração industrial.

Essa microrregião (Pouso Alegre), juntamente com a de Itajubá, foram às únicas a apresentarem taxas de crescimento populacional positiva nas áreas rurais, o que pode ser um indicativo do crescimento vegetativo da população rural e/ou do incremento da imigração nestas áreas domiciliares (Augusto, 2008: 09).

O estudo destaca também a microrregião Santa Rita do Sapucaí (também pertencente ao Médio Sapucaí), conhecida por “Vale da Eletrônica”, como pólo atrativo nos dois quinquênios acima citados, em especial no período 1995/2000. Boa parte dos imigrantes é também originária do Estado de São Paulo. A grande atração da microrregião é o conceituado o pólo tecnológico de eletrônica localizado no município que dá nome à microrregião que constitui um centro dinâmico, com tendência a atrair investimentos e pessoas.

A perspectiva para os próximos anos é de crescimento populacional para esses centros regionais. Está prevista a criação de 300 empregos diretos, e outros tantos indiretos, com o aumento na demanda por aeronaves fabricadas pela Helibrás, sediada em Itajubá, em função da exploração petrolífera da camada Pré-sal, prevista para os próximos anos.

A projeção de crescimento populacional dos municípios, considerando aqueles com sede urbana na bacia, indica um incremento de 30.427 entre 2007 e 2010 e de 65.055 pessoas entre 2007 e 2020 (Tabela 49). As projeções populacionais são instrumentos valiosos para todas as esferas de planejamento tanto na administração pública quanto na privada. Orientam a elaboração de políticas públicas e viabilizam estudos prospectivos da demanda por serviços públicos, como o fornecimento de água potável.

Tabela 49 – Projeção da população da vertente mineira da GD5 – 2010 / 2020

	População total	Incremento populacional
Ano	Projeção	Habitantes
2007*	556.513	---
2010	586.940	30.427
2015	605.964	49.451
2020	621.568	65.055

*Contagem da população .

FONTE: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações

8.2.4 Índice de desenvolvimento humano

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida padronizada que avalia o bem-estar da população. A adoção do IDH parte do pressuposto de que para aferir o avanço de uma população não se deve considerar apenas a dimensão econômica, mas também outras características sociais que influenciam a qualidade de vida. Segundo informa o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o objetivo da elaboração do índice é oferecer um contraponto a outro indicador muito utilizado, o PIB per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento.

Além da dimensão econômica (renda) mensurada pelo Produto Interno Bruto (PIB) per capita, o IDH considera os itens educação e longevidade. A renda é medida pelo poder de compra da população, baseado no PIB per capita ajustado ao custo de vida local para torná-lo comparável entre países e regiões. A componente educação é avaliada através da combinação da taxa de alfabetização de adultos e da taxa de matrícula em todos os níveis de ensino. O indicador de longevidade sintetiza as condições de saúde utilizando para isso a expectativa de vida ao nascer.

O índice varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total), e é calculado para países, estados e municípios. São calculados também os índices específicos de cada uma das três dimensões analisadas: IDHM-R, para renda; IDHM-E, para educação e IDHM-L, para longevidade.

Na bacia, três municípios destacam-se pelo padrão de desenvolvimento humano. O maior IDH-M pertence a Pouso Alegre (0,826), valor superior à média dos estados de Minas Gerais (0,773) e, mesmo, ao de São Paulo (0,82) que possui o terceiro maior IDH entre os Estados brasileiros (Tabela 50).

Tabela 50 – Índice de desenvolvimento Humano – 2000. Estados e municípios com maior IDH-M

Município	Índice de Desenvolvimento Humano
Minas Gerais	0,773
São Paulo	0,82
Pouso Alegre (MG)	0,826
Campos do Jordão (SP)	0,82
Itajubá (MG)	0,815

FONTE: PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003

Os demais municípios da GD5 enquadram-se entre os considerados de médio desenvolvimento humano (IDH-M entre 0,5 e 0,8) com valores que variam no limite mais alto da escala: de 0,703 (Consolação, em Minas Gerais) a 0,798 (Ouro Fino, também em Minas).

Desdobrando o IDH em seus subíndices (renda, educação e longevidade) verifica-se que a educação é a dimensão que mais contribui para o valor do IDH. O sub-índice educação apresenta valor maior do que os demais nos dois Estados e nos três trechos da bacia (Tabela 51). Por outro lado, o indicador de renda é o que possui menor valor em toda bacia, indicando que as desigualdades econômicas persistem a despeito do índice de desenvolvimento regional.

Tabela 51 – IDH e Sub-índices – médias dos estados e trechos da GD5 - 2000

Estados / Trechos	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	IDH Educação	IDH Longevidade	IDH Renda
<i>Minas Gerais</i>	0,773	0.850	0,759	0,711
<i>São Paulo</i>	0,82	0,901	0,770	0,790
<i>Alto Sapucaí</i>	0,772	0,813	0,774	0,671
<i>Vertente mineira</i>	0,747	0,78	0,72	0,62
<i>Vertente paulista</i>	0,797	0,846	0,824	0,722
Médio Sapucaí	0,764	0,815	0,789	0,688
Baixo Sapucaí	0,770	0,826	0,799	0,687

FONTE: PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003

Entre os componentes do IDH-Educação, está a taxa de analfabetismo da população adulta (pessoas com 25 anos ou mais de idade). No Brasil a taxa de analfabetismo, desse grupo populacional, segundo o Censo Demográfico 2000, era 14,6%. Os dados disponíveis por município são os deste censo e revelam diferenças existentes na Bacia. Dos 51 municípios, 30 (58,8%) apresentavam taxa de analfabetismo semelhante ou superior à do Brasil, variando entre 14,7 % e 24,8 % (Heliodora). Em contraste, os municípios de maior porte - Pouso Alegre (6,3 %) e Itajubá (5,8 %) - apresentam taxas inferiores às médias nacional e estadual, cerca de metade do valor (Tabela 52). Além disso, apresentam média de anos de estudo maior do que a estadual (em torno de 7 anos).

Os três municípios da vertente paulista também apresentam indicadores melhores do que os do conjunto dos municípios mineiros, embora sua situação seja inferior ao padrão paulista. Por exemplo, enquanto no estado de São Paulo o analfabetismo atinge 7,9 % da população nos municípios paulistas da bacia o percentual sobe para 14,5. Os melhores indicadores educacionais pertencem a Campos do Jordão.

Com relação às características educacionais, um indicador clássico refere-se à proporção de pessoas com menos de 4 anos de estudo completos. Esse fenômeno é conhecido como analfabetismo funcional, pois leva em consideração que o processo de alfabetização somente se consolida, de fato, entre as pessoas que completaram a 4ª. série do ensino fundamental. Minas Gerais apresentava, no Censo 2000, 32,8% da população de 25 anos ou mais de idade nessa condição, o estado de São Paulo, 22,7%. A situação na GD5 está retratada na Tabela 52.

A comparação da média dos indicadores por trecho da bacia revela que o percentual de analfabetismo absoluto e de analfabetismo funcional (pessoas com menos de quatro anos de estudo) é ligeiramente menor no baixo curso do Rio Sapucaí onde preponderam municípios de pequeno porte (67% deles têm menos de 20 mil habitantes e o com maior população não alcança 38 mil pessoas).

Tabela 52 – Indicadores educacionais da população adulta (25 anos ou mais), 2000

Município	Percentual de pessoas analfabetas	Média de anos de estudo	Percentual de pessoas com menos de quatro anos de estudo
<i>Minas gerais</i>	14,8	5,6	32,8
<i>São Paulo</i>	7,9	6,8	22,7
Alto Sapucaí	15,5	4,8	39,6
<i>Vertente mineira</i>	16,5	4,6	41,3
<i>Vertente paulista</i>	14,5	5,0	37,9
Médio Sapucaí	16,1	4,7	40,2
Baixo Sapucaí	15,2	4,8	38,1
Itajubá (MG)	6,9	7,13	20
Pouso Alegre (MG)	7,6	6,91	21,3
Campos do Jordão (SP)	9,4	5,69	27,2

FONTE: PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003

A presença de importantes centros universitários na bacia contribuem para a elevação da média de anos de estudo em municípios como Itajubá e Pouso Alegre. Itajubá

8.2.5 Saúde

A divisão de responsabilidades de assistência pública à saúde segue o estabelecido no Plano de Regionalização de Saúde de Minas e, como na regionalização político – administrativa, esses critérios não coincidem com os limites da bacia, conforme descrito a seguir.

A organização da prestação da assistência pelo Sistema único de Saúde (SUS) é baseada em dois princípios fundamentais: regionalização e hierarquização. Além destes princípios, as ações e procedimentos se dispõem em dois blocos, sendo um relativo à atenção básica e outro que contempla as ações de média e alta complexidade ambulatorial e hospitalar. A Atenção básica está a cargo dos municípios e as ações de maior complexidade concentram-se nos pólos micro e macrorregionais.

A macrorregião de saúde Sul de Minas possui 5 pólos onde se situam Gerências Regionais de Saúde (GRS) e 12 microrregiões de saúde. Destas, microrregiões, cinco abrangem municípios da GD5 (assinaladas na Figura 45), sendo que duas estão sediadas nela: Itajubá, e Pouso Alegre. Estes dois municípios recebem, portanto, grande fluxo de pessoas que buscam serviços especializados de saúde.



Figura 45 - Macrorregião Sul: divisão assistencial por microrregião

FONTE: Plano Diretor de Regionalização/MG

Os municípios mineiros da GD5 estão vinculados a três Gerências Regionais de Saúde (GRS): Alfenas (4 municípios), Pouso Alegre (38 municípios) e Varginha (6

municípios), como figura na Tabela 53. Pouso Alegre além de pólo macrorregional é sede de uma microrregião constituída por 34 municípios (Tabela 54), 23 deles pertencentes à GD5 (47,9% dos pertencentes à vertente mineira). O município é o único dos pólos de referência estadual sediado na bacia, oferecendo serviços ambulatoriais e hospitalares de média e alta complexidade que atende a população além da microrregião.

Tabela 53 – Gerências Regionais de Saúde / Macrorregião Sul – Minas Gerais

GRS	Municípios da GD5	Percentual dos municípios da GD5
Alfenas	4	8,3
Pouso Alegre	38	79,2
Varginha	6	12,5

FONTE: Plano Diretor de Regionalização de Minas Gerais

Tabela 54 – Inserção dos municípios da GD5 nas microrregiões de Saúde

Microrregiões	Municípios		Proporção	
	Total	GD5	Do total dos municípios da microrregião	Do total dos municípios da GD5
Alfenas / Machado	17	4	23,5	8,3
Itajubá	15	15	100	31,3
Pouso Alegre	34	23	67,6	47,9
São Lourenço / Caxambu	24	3	12,5	6,3
Varginha	4	3	75	6,3

FONTE: Plano Diretor de Regionalização de Minas Gerais

Foram investigadas informações relativas às doenças de veiculação hídrica cuja transmissão é potencializada pelas enchentes que afetam diversos municípios da região, devido, entre outros fatores, à ocupação urbana nas várzeas inundáveis do rio Sapucaí. Entre as cidades mais afetadas estão Itajubá, Santa Rita do Sapucaí e Pouso Alegre (Foto 20).



Foto 20 – Enchente em Pouso Alegre – fevereiro de 2009

A fonte de informação é o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SIAN) alimentado por casos de doenças e agravos que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória. Entre tais doenças estão a leptospirose e a hepatite, que possuem veiculação hídrica. A informação refere-se ao ano de 2007 e foi disponibilizada pela Gerência Regional de Saúde de Pouso Alegre, sob cuja responsabilidade estão 38 municípios, 79,2% dos municípios da vertente mineira da GD5 (Tabela 53).

Foram registrados, em todo o ano de 2007, 40 casos suspeitos de leptospirose, sendo 8 confirmados, 7 destes em municípios da Bacia (Pouso Alegre, Itajubá, Brasópolis). Houve 154 casos confirmados de hepatite nos 38 municípios pertencentes à GRS Pouso Alegre, sendo metade deles em municípios da GD5 (15 diferentes municípios). A maioria dos casos concentra-se no período das chuvas (entre novembro e março).

O município de Pouso Alegre, seguindo diretrizes do Ministério da Saúde relativas à vigilância em saúde frente às inundações, criou, no âmbito da Secretaria Municipal de Saúde, um comitê intra-setorial com o objetivo de conduzir ações preventivas e de controle. O Relatório de Danos Relacionados à Enchente na área de Saúde da Diretoria de Epidemiologia (março 2009) afirma que não haviam na área atingida pela inundação indústrias, depósitos ou estabelecimentos que utilizassem ou comercializassem produtos químicos que pudessem gerar riscos à saúde. Por outro lado, afirma existir dificuldade de avaliação da contaminação da água, “uma vez que o

‘Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – SISAGUA, ainda encontra-se em fase de implementação’ (Prefeitura Municipal de Pouso Alegre, SMS, 2009: 04). Um risco à saúde é representado pelo transbordamento do sistema de esgotamento sanitário, incapaz de suportar o volume de água. Não foi registrado nenhum caso de morte associada ao alagamento. Foram notificados dois casos suspeitos de leptospirose e 85 casos de diarreia aguda (aumento significativo em relação ao mesmo período do ano anterior). Mas foi registrado um número de casos de doenças diarreicas muito maior: 853, sendo 162 no bairro São Geraldo, o mais afetado pela enchente.

8.3 Diagnóstico dos Aspectos Econômicos

A Macrorregião Sul de Minas está localizada a meio caminho entre São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, um dos motivos responsáveis para que ela seja considerada como uma das mais desenvolvidas do Estado, apresentando um índice de desenvolvimento compatível ao estado de São Paulo. Verifica-se a ocorrência de cidades de porte médio citando como exemplo Pouso Alegre, Itajubá e Santa Rita do Sapucaí.

Ações relacionadas ao plano diretor hídrico da bacia hidrografia do Rio Sapucaí, têm sido desenvolvidas em todo o estado do sul de Minas Gerais. Estudos sócio-ambientais são imprescindíveis para que estas ações sejam implementadas de maneira mais efetiva atingindo as aspirações da comunidade frente à Administração Pública e Sociedade Civil. Estes levantamentos visam delinear os principais problemas ambientais da bacia do rio Sapucaí e ainda o grau de interesse e disponibilidade de colaboração da população para resolução destes problemas no âmbito local e regional.

Aliado ao diagnóstico participativos, conceitos de percepção ambiental também foram adotados para detectar os atores de um futuro trabalho conjunto, como percebem o ambiente em que vivem, quais são suas fontes de satisfação e insatisfação, possibilitando assim, a realização de um trabalho com bases locais, partindo da realidade do público alvo.

A realização de diagnósticos participativo é o embasamento necessário para o bom andamento dos trabalhos da bacia do Rio Sapucaí e de pesquisa em conservação.

Estas avaliações visam o acúmulo de dados, que subsidiarão toda a metodologia para o desenvolvimento de trabalhos que envolvam a comunidade, tornando-a parte integrante no processo decisório de manutenção e recuperação ambiental.

Este estudo possibilitou evidenciar as aspirações da comunidade no que diz respeito à problemática do rio, sua pré-disposição na formação de corredores de cursos d'água e da implantação do plano diretor, pois a região focal da pesquisa apresenta pontos favoráveis para conexão de fragmentos em áreas de mananciais. Uma análise de imagem de satélite aponta o local como região detentora de muitos fragmentos em condições de serem conectados.

Sendo assim, todas as oportunidades para proteção permanente dessas grandes áreas devem ser aproveitadas. Neste sentido, o plano diretor de recursos hidrográficos poderá ser utilizada para integrar diferentes escalas de proteção do Rio Sapucaí, desde local até a regional, ligando fragmentos e incrementando níveis de conectividade entre as áreas.

Entretanto, o estabelecimento do plano diretor de recursos hídricos envolve diretamente a população local e os proprietários de terras. O envolvimento ativo desta população e o desenvolvimento de sua capacidade de planejamento e habilidade de implementação de ações são fundamentais para a sustentabilidade do plano diretor.

Sendo assim, avaliações prévias são imprescindíveis para assegurar efetivamente a implantação do projeto, otimizando os custos e o tempo a serem despendidos.

8.3.1 Atividades Econômicas

Utilizou-se dados sobre o PIB (Produto Interno Bruto), organizados pela FJP/CEI (Fundação João Pinheiro / Centro de Estatística e Informações) para o Estado (2006), Macrorregião e, Microrregiões e Municípios.

Os dados sobre o PIB referem-se aos três principais setores da economia, enquanto que os dados sobre emprego formal podem ser obtidos para setores e subsetores. Quanto ao agrupamento de setores, para o PIB, o setor agropecuário refere-se ao setor primário, o setor industrial refere-se ao setor secundário e o de serviços ao setor terciário.

8.3.1.1 PIB

O Produto Interno Bruto (PIB) é caracterizado como um dos principais definidores da economia de um município, região, estado ou país. Os dados que serão apresentados a seguir sobre o PIB referem-se aos três principais setores da economia: agropecuário, industrial e serviços.

A Tabela 55 apresenta o PIB das microrregiões de Itajubá, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí entre os períodos de 1985 e 1998.

Tabela 55 – Composição Setorial do Produto Interno Bruto Total Segundo Setores de Atividade Econômica das Microrregiões de Itajubá, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí – MG

Especificação	ITAJUBÁ			POUSO ALEGRE			SANTA RITA DO SAPUCAÍ		
	1985	1995	1998	1985	1995	1998	1985	1995	1998
PIB Agropecuário	15,5	14,0	10,5	16,0	11,5	10,0	43,3	35,5	24,5
PIB Industrial	23,8	34,2	41,8	33,8	52,6	55,9	16,4	20,5	37,2
PIB Serviços	60,7	51,8	47,7	50,2	35,9	34,1	40,3	44,0	38,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

FONTE: Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatísticas e Informações (CEI)

De acordo com a Tabela 55, a microrregião de Itajubá apresenta no período analisado uma significativa queda no setor agropecuário e de serviços e um crescimento do setor industrial. As microrregiões de Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí também apresentam o mesmo comportamento. É visível, portanto, o crescimento da participação do setor industrial na economia em detrimento dos demais setores.

A microrregião de Pouso Alegre é aquela que, em 1998, apresentava o maior valor de PIB para o setor industrial, registrando um crescimento durante todo o período analisado. E é também a região que apresenta a maior queda no setor de serviços.

O setor agropecuário sofre queda nas três microrregiões, durante o período analisado, mas a microrregião de Santa Rita do Sapucaí tem a maior queda.

Em 1998 a microrregião de Santa Rita do Sapucaí apresentava um relativo equilíbrio dos três setores econômicos (agropecuário, industrial e serviços) em relação ao PIB total.

A Tabela 56 apresenta o PIB dos municípios, microrregião mesorregião e Estado de Minas Gerais.

Tabela 56 – Composição do Produto Interno Bruto Total Segundo Setores de Atividade Econômica para Municípios, Microrregiões, Mesorregião e Estado de Minas Gerais - 1998

Município	PIB Agropecuário	PIB Industrial	PIB Serviços	Total
Microrregião Itajubá				
Brasópolis	28,9	15,9	55,2	100,0
Consolação	33,3	6,6	60,1	100,0
Delfim Moreira	34,0	11,7	54,3	100,0
Itajubá	1,0	56,2	42,8	100,0
Maria da Fé	32,9	8,9	58,2	100,0
Marmelópolis	35,4	19,4	45,2	100,0
Paraisópolis	11,3	28,9	59,8	100,0
Piranguçu	26,3	7,8	65,9	100,0
Piranguinho	32,8	16,1	51,1	100,0
Wenceslau Braz	21,1	16,7	62,2	100,0
Total Microrregião	10,5	41,8	47,7	100,0
Microrregião Pouso Alegre				
Borda da Mata	23,9	18,6	57,5	100,0
Cambuí	4,6	30,8	64,6	100,0
Córrego do Bom Jesus	31,5	4,6	63,9	100,0
Estiva	15,4	17,6	67,0	100,0
Gonçalves	31,5	5,2	63,3	100,0
Pouso Alegre	1,6	68,8	29,6	100,0
Sapucaí-Mirim	16,1	20,2	63,7	100,0
Senador Amaral	55,7	6,0	38,3	100,0
Total Microrregião	10,0	55,9	34,1	100,0
Microrregião Santa Rita do Sapucaí				
Cachoeira de Minas	43,3	19,2	37,5	100,0
Conceição dos Ouros	30,3	31,0	38,7	100,0
Pedralva	53,4	5,8	40,8	100,0
Santa Rita do Sapucaí	6,8	64,5	28,7	100,0
São José do Alegre	16,2	12,0	71,8	100,0
Total Microrregião	24,5	37,2	38,3	100,0
Total Mesorregião	18,0	39,0	43,0	100,0
Total Minas Gerais	9,2	40,3	50,5	100,0

Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatísticas e Informações (CEI)

De acordo com a Tabela 56 percebe-se que no ano de 1998, na microrregião de Itajubá, com exceção da própria cidade, o setor de serviços tinha a maior participação no PIB, com participações acima todos os outros municípios o setor de serviços está na liderança em termos de participação, a maioria com proporções acima de 50% . Já em Itajubá o setor industrial é que liderava o PIB, o setor de serviços possuía uma participação inferior a 50% e o setor agropecuário contribui com apenas 1%.

Ainda analisando a microrregião de Itajubá, nota-se que os municípios Brasópolis, Consolação, Delfim Moreira, Maria da Fé, Marmelópolis, Piranguçu e Piranguinho possuíam em 1998 uma significativa participação do setor agropecuário no PIB, apresentando índices muito superiores aos da mesorregião e do Estado de Minas Gerais.

Analisando os dados do PIB da microrregião de Pouso Alegre, observa-se uma forte expressão do setor industrial no município de Pouso Alegre, chegando a quase 70% de participação no índice, já o setor agropecuário contribui de forma inexpressiva para o PIB municipal. Apenas no municípios de Cambuí e Sapucaí - Mirim o setor industrial possui peso expressivo, mesmo estando abaixo do setor de serviços.

O município Senador Amaral apresentava em 1998 uma grande participação do setor agropecuário no PIB. Cambuí, Córrego Bom Jesus, Estiva, Gonçalves e Sapucaí - Mirim destacam-se no setor de serviços.

Analisando a microrregião de Santa Rita de Sapucaí, de acordo com a Tabela 30, observa-se que os municípios Cachoeira de Minas e Pedralva, em 1998, possuíam forte participação do setor agropecuário no PIB, Santa Rita do Sapucaí apresentava grande peso no setor industrial e o setor de serviços era predominante nos municípios de São José do Alegre e Conceição dos Ouros.

A microrregião de Alfenas compreende dentre da Bacia os municípios de Carvalhópolis, Machado, Paraguaçu e Poço Fundo. De acordo com dados do IBGE, em 2006, todos esses municípios possuíam uma predominância do setor de serviços na participação do PIB. No município de Carvalhópolis o setor agropecuário tinha, no ano analisado, uma expressão pequena. Já em Machado, Paraguaçu e Poço Fundo o setor agropecuário é o segundo que mais contribui para o PIB municipal.

Ouro fino, município que faz parte da Bacia do Rio Sapucaí, integra a microrregião de Poços de Caldas e possui uma grande participação do setor de serviços no PIB, seguido pelo setor industrial e por último a agropecuária.

Lambari e Passa-Quatro fazem parte da microrregião de São Lourenço e ambos os municípios possuem, segundo dados do IBGE (2006) uma maior participação do setor de serviços e a menor participação é do setor industrial, sendo que a participação do setor industrial em Lambari é pouco expressiva se comparada aos outros setores.

A microrregião de Varginha possui dois municípios que estão inseridos na Bacia, Elói Mendes e Monsenhor Paulo, todos dois possuem uma maior participação do setor de serviços no PIB, seguida do setor agropecuário.

A Tabela 57 demonstra os valores adicionados em reais em três setores da economia, dos municípios de São Paulo que integram a Bacia do Rio Sapucaí e estão inseridos na microrregião de Campos do Jordão. Os valores adicionados são uma forma alternativa de se mensurar o valor do PIB.

Tabela 57 – Valores adicionados em R\$

Município	Serviços	Agropecuária	Indústria
Santo Antônio do Pinhal	1.055.479	17.809	249.484
São Bento do Sapucaí	1.055.183	75.587	1.859.518
Campos do Jordão	22.447.016	11.832	4.801.048

FONTE: SEADE, 2003

O município de Santo Antônio do Pinhal possuía em 2003 um expressivo valor acumulado no setor de serviços, o que infere uma grande participação desse setor no PIB do município. Já em São Bento do Sapucaí a indústria tem um maior valor acumulado, mesmo sendo bastante expressiva a participação do setor de serviços. E em Campos do Jordão o setor de serviços tem um maior destaque, seguido da indústria.

8.3.1.2 Indústria e Comércio

Os setores comércio e serviços vêm passando por intenso processo de modernização, com o intuito de ofertar mercadorias e serviços de qualidade e preços competitivos no mercado. O comércio, elemento importante na cadeia produtiva unindo a produção e o consumo, vem incorporando não somente na região em estudo, mas como em todo o Estado, avanços significativos na gestão e na logística. Importantes empreendimentos estão investindo em centros de distribuição e lojas de atendimento ao público, para conquistar cada vez mais o mercado.

Segundo o Valor de Vendas, Minas Gerais alcançou em 2003 o segundo posto referente à Estrutura Regional da Indústria, registrando R\$ 73,4 bilhões, tendo aumento de 0,1% em comparação ao ano 2000. O setor industrial de Minas Gerais mostra índices positivos nos diferentes tipos de comparação..

A região do Sul de Minas Gerais vem-se constituindo uma das regiões com mais acentuado crescimento industrial no Estado. A região é a que mais se beneficiou do movimento combinado de polarização e da dispersão da Área Metropolitana de São Paulo.

As várias microrregiões de crescimento, que fazem parte do Sul de Minas (Pouso Alegre, Itajubá, São Lourenço, Três Corações, Guaxupé, Extrema e Paraisópolis), constitui-se numa rede de cidades próximas e integradas, que apresentam um dos mais expressivos crescimentos relativos da indústria em Minas Gerais nos últimos anos.

Segundo o IBGE (2004), o emprego industrial da região do Alto e Médio Sapucaí subiu de 6.064 em 1970, para 99.004 em 2004. Isto se deve a implantação de pequenas e médias empresas (eletrônica, bélica, peças e componentes automotivos, metalúrgica, alimentos, etc.).

A boa infra-estrutura urbana, a sua proximidade à Área Metropolitana de São Paulo e da sua posição estratégica em relação a Belo Horizonte e Rio de Janeiro, beneficia a região para o desenvolvimento da atividade Industrial. Uma prova disto são os investimentos previstos por alguns setores industriais na região do Sul de Minas.

De acordo com informações da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, duas empresas que atuam no setor de produtos farmacêuticos prevêem investimentos de R\$ 63 milhões no Sul de Minas.

Outro fator que contribui para o crescimento da atividade industrial foi a realocização de empresas da Grande São Paulo. Estas encontraram no Sul de Minas uma boa opção locacional, de fácil acesso à metrópole e com grande disponibilidade de mão-de-obra, atraindo várias indústrias. Além disso, a Cidade de Pouso Alegre – cidade de maior crescimento na Região Sul nos últimos vinte anos – conta com um comércio bem equipado e diversificado, assim como um setor de saúde e educação em expansão, favorecendo uma crescente concentração industrial.

Vale a pena ressaltar também que a duplicação da Rodovia Fernão Dias sinaliza para uma onda reforçada de crescimento econômico para a região como um todo.

Do ponto de vista industrial, a Rota Tecnológica tem como referência a BR-459 que vai de Poços de Caldas a Resende, no Estado do Rio de Janeiro e é conhecida como o Pólo de Telecomunicações e Microeletrônica. A BR-459 liga centros geradores de empresas de base tecnológica tendo como principais âncoras a Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI - e o Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL – de Santa Rita do Sapucaí.

O comércio é importante fonte de arrecadação de impostos para as contas públicas, participa na geração de renda e de postos de trabalho e define eixos de circulação, de valorização e desvalorização imobiliária.

Os principais geradores de empregos na região são as atividades comerciais e os serviços de reparos. De certa forma a região apresenta uma economia, diversificada. Contudo, um setor de atividade expressiva é o de alojamento e alimentação, dando suporte à atividade turística, uma das mais importantes do Estado. A presença de vários restaurantes, hotéis, pensões e similares, vem desempenhando um papel de suma importância social e econômica, não só pela geração de novos empregos, mas também pelo incremento das receitas municipais.

Verifica-se que a maioria da mão-de-obra regional está concentrada em poucos municípios. Segundo o IBGE (2000), mais de 35% dos trabalhadores estavam desempenhando suas atividades em apenas 3 municípios: Poços de Caldas (16%), Pouso Alegre (12%) e Itajubá (8%). Todos estes apresentam os seus setores terciário e secundário muito ativo na geração de empregos.

8.3.1.3 Setor Industrial de Santa Rita do Sapucaí

O município de Santa Rita do Sapucaí é considerado um pólo de desenvolvimento do setor eletrônico brasileiro.

A grande concentração de indústrias do ramo eletrônico nessa região é característica da nova estrutura, formada a partir da reestruturação do complexo eletrônico no país.

O Arranjo Produtivo Local (APL) pode ser caracterizado como uma concentração espacial de um determinado setor ou complexo industrial, na qual há uma interação das atividades produtivas, possibilitando uma ajuda mútua entre as empresas e conseqüentemente uma vantagem econômica diferenciada de outras regiões. As empresas de Santa Rita do Sapucaí podem ser caracterizadas como um APL especializado na fabricação de produtos eletrônicos.

Como mostra a Tabela 58, Santa Rita do Sapucaí está entre as 11 cidades com grande participação nas atividades eletrônicas e a única cidade de Minas Gerais que se enquadra na concepção de ALP.

Tabela 58 – Clusters do Complexo Eletrônico - 2000

Município	Renda Per Capita (R\$)	População	PIB R\$ milhões
Barueri (SP)	494	208.281	103
Campinas (SP)	615	969.396	596
Curitiba (PR)	620	1.587.315	9984
Diadema (SP)	292	357.064	104
Garulhos (SP)	244	1.072.717	369
Manaus (AM)	262	1.405.835	364
Porto Alegre (RS)	710	1.360.590	966
Santa Rita do Sapucaí (MG)	315	31.264	10
São Bernardo do Campo (SP)	505	703.177	355
São José dos Campos (SP)	470	539.313	253
São Paulo (SP)	610	10.434.252	6365

FONTE: Albuquerque e Britto (2000) e PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003

Santa Rita do Sapucaí é caracterizado por empresas de pequeno porte e capital nacional, com escala de produção pequena. A grande maioria se enquadra como microempresa, não existindo nenhuma empresa de grande porte.

Os Arranjos Produtivos Locais são geralmente altamente especializados, mas Santa Rita do Sapucaí diferente dessa realidade, não possui uma área de mercado definida, possui uma diversidade maior de mercados, sendo, segundo dados do Instituto Euvaldo Lodi (IEL - FIEMG) o de Telecomunicações o segundo maior mercado e o de automação o terceiro.

8.3.1.4 Transporte

A localização dos municípios que compõem a bacia favorece economicamente a região, sob os seguintes aspectos:

- ✓ Localização privilegiada em relação às regiões metropolitanas de Belo Horizonte e São Paulo, devido à proximidade da BR-381;
- ✓ Favorecimento em relação ao desenvolvimento do potencial turístico envolvendo recursos naturais.

As distâncias da capital do Estado e cidades-pólo próximas a algumas cidades da bacia podem ser visualizados na Tabela 59.

Tabela 59 – Distâncias rodoviárias entre alguns municípios da bacia e principais centros nacionais

	Distancias (km)		
	Belo Horizonte	São Paulo	Rio de Janeiro
Borda da Mata	412	176	368
Brasópolis	392	188	296
CambuÍ	438	141	347
Carvalhópolis	337	251	352
Congonhal	390	197	357
Consolação	422	157	332
Delfim Moreira	377	213	256
Estiva	419	161	345
Itajubá	445	205	279
Machado	335	261	367
Maria da Fé	359	223	274
Natércia	370	231	298
Paraguaçu	345	284	355
Pouso Alegre	390	192	342
Santa Rita do SapucaÍ	405	204	314
SapucaÍ-Mirim	448	150	307
Silvianópolis	419	222	339
Turvolândia	357	242	341
VirgÍnia	393	245	240

FONTES: DER, 2009.

As principais rodovias que cortam a bacia do Rio SapucaÍ são:

- ✓ BR 381: Belo Horizonte – São Paulo;
- ✓ BR 459: Poços de Caldas/MG – Lorena/SP
- ✓ BR 491: Atravessa cidades importantes da região como Alfenas, Paraguaçu, Eloi Mendes e Varginha;
- ✓ MG 179: considerada uma rodovia longitudinal. Ela começa em Pouso Alegre e termina na cidade de Alfenas;
- ✓ MG 295: considerada uma rodovia transversa, liga as cidades de Cambuí e Itajubá (BR 459);

Sobre as empresas de transporte que atendem a região podemos citar:

- ✓ Expresso Gardênia Ltda.;
- ✓ Empresa Gontijo de Transportes Ltda.;
- ✓ Viação Santa Cruz;
- ✓ Viação Santa Terezinha;
- ✓ Viação Cambuí;
- ✓ Viação Bragança

9. SANEAMENTO AMBIENTAL

O processo de municipalização dos serviços de saneamento básico (ocorrido a partir da Constituição Federal de 1988, na qual ficou estabelecido o princípio da descentralização), encontra diversos desafios, entre os quais a capacidade desigual dos municípios em atender às necessidades locais.

A prestação de serviços de abastecimento de água evoluiu e atinge quase a totalidade da população. A situação em relação à coleta e destinação adequada do esgoto sanitário ainda sólidos deixa muito a desejar. A proporção de pessoas em domicílios ligados à rede geral de esgoto é cerca de 60% na bacia e o índice de tratamento de esgoto ainda é baixo. O percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com coleta de lixo é alto, mas a destinação do lixo nas áreas rurais continua a ser problema, assim como a destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Grande parte dos municípios ainda deposita o lixo a céu aberto, sem nenhuma forma de tratamento.

Para caracterização da situação de saneamento ambiental foram utilizados dados primários recolhidos junto aos prestadores de serviço nos municípios e secundários disponibilizados pelos Ministério da Saúde e Ministério das Cidades. O Ministério da Saúde através do Datasus (atualizado em fevereiro de 2009) trabalha com informações de saneamento dos últimos censos demográficos: 1991 e 2000. O Ministério das Cidades realiza desde, 1995, o diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto constituindo um banco de dados: o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. O SNIS é alimentado com dados coletados diretamente com os prestadores de serviço de saneamento nos municípios. É uma informação mais atualizada do que a do Censo demográfico, mas não cobre todos os municípios.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2007) em seu Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto traz informações referentes à situação do saneamento em todo país. O último relatório disponível (dezembro 2007) tem como base dados de 2006. As informações são solicitadas aos agentes municipais e regionais prestadores de serviços abastecimento de água e de esgotamento sanitário e os indicadores calculados com base nessas informações, após checagem de sua consistência.

Em termos gerais, a amostra totalizou 81,4% dos municípios brasileiros. No caso da GD5, as informações disponíveis correspondem a 36 municípios (70,6% deles). Há

informação disponível para os três municípios da vertente paulista, todos eles atendidos pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). No caso de Minas Gerais há 33 municípios da bacia inclusos na pesquisa (representando 68,8% dos municípios da porção mineira), sendo que destes 5 possuem sede urbana em outras bacias hidrográficas. Considerando que os serviços de água e esgoto concentram-se nas áreas urbanas, estes cinco serão deixados de fora da análise uma vez que não utilizam água proveniente da GD5 nem despejam efluentes urbanos nela. Dessa forma, a análise a seguir abrange 31 municípios (60,8% dos municípios da GD5), sendo 28 mineiros (Tabela 60).

Tabela 60 – Proporção de municípios da GD5 cujos dados foram disponibilizados para o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto -2006

Trechos / Vertente	Municípios com sede urbana bacia	Informação disponível		Total de municípios
		Número de municípios	Percentual por segmento da bacia	
Alto Sapucaí	19	14	73,7	21
Mineira	16	11	68,8	18
Paulista	3	3	100	3
Médio Sapucaí	18	11	64,7	21
Baixo Sapucaí	8	6	85,7	10
Total de municípios	31	31		51

Fonte: SNIS, Vida Meio Ambiente

Foi utilizado também o Relatório de Análise - água bruta – produzido pela COPASA regional Itajubá, para o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) Sapucaí, em 2005 e informações coletadas junto à COPASA e às prefeituras municipais pela equipe da Vida Meio Ambiente

Os indicadores de saneamento básico por município e trecho da bacia pode ser conferido no Anexo I.

9.1 Abastecimento de Água

Conforme mostra a Figura 46 (mapa relativo às concessionárias de água), a COPASA administra os serviços de água da maior parte dos municípios, possuindo concessão em 29 sedes municipais compreendidas na bacia, 56,8% do total. As prefeituras



municipais através dos SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) atendem a 37,3% dos municípios. Paraguaçu, o Baixo Sapucaí, é atendido pela Concessionária de Saneamento Básico Ltda. (COSÁGUA), uma concessionária privada.

A forma de tratamento de água mais aplicada é a convencional (floculação, decantação, filtração, cloração e fluoretação), utilizada em 70% da bacia. A captação é superficial na maioria dos casos.

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP é a concessionária de abastecimento público nos três municípios da bacia pertencentes ao estado de São Paulo: Campos do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí.

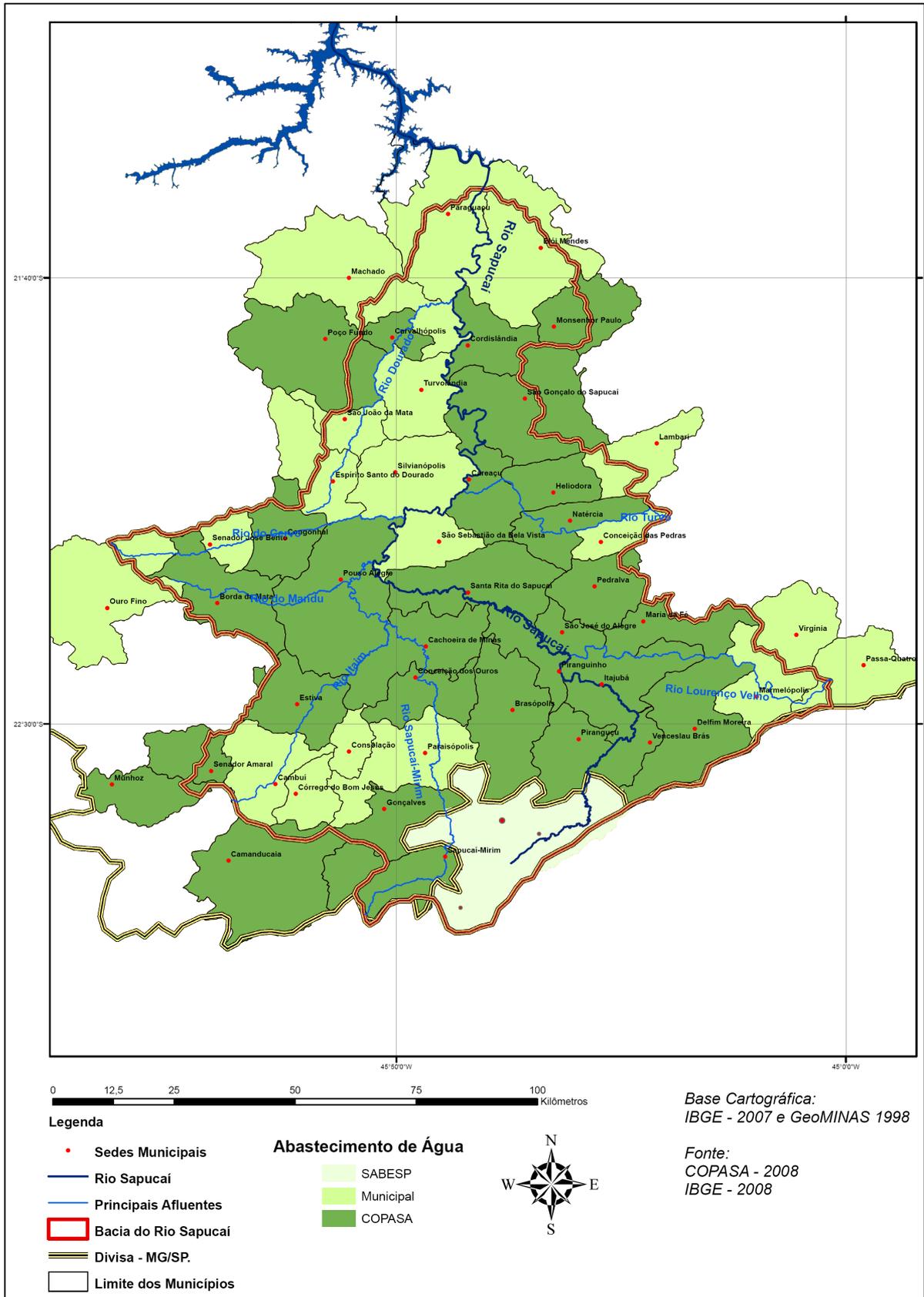


Figura 46 – Concessionárias de Água na Bacia do Rio SAPUCAÍ

FONTE: COPASA e SAAE's, 2009

A Tabela 61 sintetiza alguns indicadores referentes ao abastecimento de água, segundo dados do SNIS. A proporção da população total do município com acesso ao abastecimento de água varia, de acordo com tal fonte, de 34,9 % (em Gonçalves/MG – atendido pela COPASA) a 100% (em Elói Mendes/MG – atendido pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE). Na média, o índice de população atendida é maior nos municípios mineiros do que nos paulistas. O abastecimento de água atinge a totalidade da população urbana em 27 municípios (26 mineiros e 1 paulista).

O índice de atendimento do serviço de abastecimento de água, na média de toda a bacia é de 71,1 % para a população total e de 97 % considerando apenas a população urbana. O consumo médio per capita é de 135 litros por habitante / dia (l / hab. dia). A média de consumo per capita na região sudeste, considerando os prestadores de serviço de âmbito regional é 165,7 l / hab. dia. A média para as prestadoras estaduais COPASA e SAPESP é, respectivamente, 131,3 e 164,9 l / hab. dia. O município da bacia com maior consumo per capita é Paraisópolis (301,4 l / hab. dia). Paraisópolis possui também o menor índice de hidrometração: 36,5 %. Na vertente paulista o maior consumo per capita pertence a Campos do Jordão: 256,8 l / hab. dia, com 100% de hidrometração.

Tabela 61 – Indicadores do serviço de abastecimento de água, por trecho da GD5 - 2006

Porção da GD5	Índice de atendimento Total de água	Índice de atendimento Urbano de água	Consumo médio per capita de água	Participação de economias residenciais no total de economias ativas de água	Volume de água produzido	Índice de perdas na distribuição
	%	%	l / hab. dia	%	1000m ³ /ano	%
Alto Sapucaí	68,1	91,8	167,0	88,9	16.738	28,9
Vertente Mineira	71,7	99,7	142,2	89	10.841	26,1
Vertente Paulista	54,54	83,9	191,9	88,7	5.897	31,7
Médio Sapucaí	69,1	100,0	109,3	90,5	14.442	25,2
Baixo Sapucaí	76,2	99,1	129,4	91,6	5.136	18,7
Média geral	71,1	97,0	135,2	90,3	36.315	24,3

Fonte: SNIS, Vida Meio Ambiente

A participação das residências no total de economias ativas de água varia entre 82,6 % (Gonçalves) e 100 % (Monsenhor Paulo), sendo 90% na média da bacia. O volume de água produzido é pouco superior a 36 milhões de metros cúbicos (m³) por ano e o

índice de perdas na distribuição é de quase um quarto do total produzido, mais de 8 milhões de m³ ao ano (8.788.000 m³/ano). Este índice é superior a 40 % em três municípios: Congonhal (50,2 %, COPASA), Piranguçu (47,9 %, COPASA) e Campos do Jordão (43,5 %, SABESP). Os menores índices de desperdício acontecem nos municípios de Cachoeira de Minas (11,6 %, COPASA), Elói Mendes (12,1 %, SAAE) e São José do Alegre (14,1 %, COPASA).

9.2 Esgotamento sanitário

Em relação à coleta de esgotos e ao tratamento do mesmo a situação na bacia ainda deixa muito a desejar, apesar dos indicadores estarem melhorando década após década. A base de dados disponível para a totalidade dos municípios ainda não foi atualizada com os dados da contagem populacional 2007. O perfil municipal elaborado pelo Ministério da Saúde (MS/ Datasus) atualizado em fevereiro 2009, utiliza indicadores de saneamento dos últimos censos (1991 e 2000). Os dados relativos ao percentual de moradores por tipo de instalação sanitária revelam uma ampliação do atendimento. Na média geral da bacia o percentual de moradores atendidos por rede geral de esgoto (ou rede pluvial) aumentou de 48%, em 1991 para 60,4%, no anos 2000 (Tabela 62).

Tabela 62 – Proporção de moradores atendidos por rede geral de esgoto – Trechos da GD5

Trecho da GD5	Percentual de moradores por tipo de instalação sanitária: rede geral de esgoto ou pluvial	
	1991	2000
Baixo Sapucaí	53,6	69,7
Médio Sapucaí	49,2	60,4
Alto Sapucaí	41,4	51,2
Percentual médio	48,0	60,4

FONTE: Datasus/ Censos Demográficos

Alguns municípios pequenos, como Gonçalves e Senador José Bento, tinham um grau baixo de cobertura de rede de esgoto em 2000 , respectivamente 26 % e 28,7 %. Vários municípios antes de pensar a possibilidade de tratamento de esgoto precisam investir na estruturação do sistema de coleta. O mesmo ocorre em municípios maiores

e / ou com mais recursos financeiros, como Itajubá, Pouso Alegre e Campos do Jordão precisam ampliar a rede de coleta.

Tabela 63 - Proporção de moradores atendidos por rede geral de esgoto – municípios com sede na GD5 – 1991 e 2000

Municípios	Percentual de moradores por tipo de instalação sanitária: rede geral de esgoto ou pluvial,	
	1991	2000
Baixo Sapucaí		
Carvalhópolis	55,7	69,4
Cordislândia	50,9	74,9
Elói Mendes	64,0	76,6
Monsenhor Paulo	56,3	69,2
Paraguaçu	64,5	76,9
São Gonçalo do Sapucaí	67,2	78,7
Turvolândia	16,2	42,2
Sub-total	53,6	69,7
Médio Sapucaí		
Borda da Mata	51,3	75,7
Cachoeira de Minas	41,0	55,0
Cambuí	61,2	74,4
Careaçu	61,7	72,5
Congonhal	56,3	68,5
Córrego do Bom Jesus	29,5	49,3
Espírito Santo do Dourado	32,3	43,8
Estiva	41,3	48,4
Heliódora	64,7	79,0
Natércia	36,3	50,4
Pouso Alegre	84,5	86,9
Santa Rita do Sapucaí	71,7	79,4
São João da Mata	41,1	55,7
São Sebastião da Bela Vista	47,3	59,6
Senador Amaral	-	52,6
Senador José Bento	26,6	28,7
Silvianópolis	40,7	46,3
Sub-total	49,2	60,4
Alto Sapucaí		
Brasópolis	46,4	55,9
Campos do Jordão	63,3	73,4
Conceição das Pedras	38,2	47,1
Conceição dos Ouros	51,5	71,9
Consolação	36,0	37,2
Delfim Moreira	16,2	30,8
Gonçalves	24,3	26,0
Itajubá	82,2	87,8
Maria da Fé	43,7	54,6
Marmelópolis	29,7	36,2
Paraisópolis	64,3	75,8
Pedralva	38,5	45,6
Piranguçu	27,6	38,8
Piranguinho	42,9	53,3
Santo Antônio do Pinhal	26,7	34,6

São Bento do Sapucaí	38,3	37,0
São José do Alegre	49,4	65,0
Sapucaí-Mirim	47,6	46,2
Wenceslau Braz	19,4	56,2
Sub-total	41,4	51,2

FONTE: Datasus, Perfil Municipal

Se a infra-estrutura de saneamento deixa a desejar, mais ainda quando se focaliza a questão do tratamento de efluentes. O índice de tratamento de esgotos nos municípios com sede na bacia é pequeno. Dados de diferentes fontes divergem. de acordo com a pesquisa realizada no âmbito deste estudo junto aos prestadores de serviço, dos 49 municípios mineiros da bacia, apenas Cambuí (2 bairros), Gonçalves, Pedralva e Paraguaçu possuem estação de tratamento de Esgotos. A COPASA está em fase de projeto ou construção de estações de tratamento de esgoto em 7 municípios: Borda da Mata, Camanducaia, Conceição das Pedras, Congonhal, Itajubá, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí. Segundo dados do SNIS, há tratamento de esgoto nos seguintes municípios: Itajubá (apenas 1,98 % do esgoto coletado), Borda da Mata (4,3 %), Pouso Alegre (0,4 %). Os dois municípios com a maior população da bacia, Itajubá e Pouso Alegre que juntas somam 207.000 habitantes, praticamente não possuem tratamento de esgoto. Em Pouso Alegre e Borda da Mata a COPASA concluiu a etapa de implantação de interceptores e redes coletoras e está preparando o processo de licitação da segunda etapa (construção de elevatórias e da ETE).

A inexistência de rede geral de esgoto e de tratamento do esgoto gerado “compromete o meio ambiente e, conseqüentemente a saúde da população que utiliza rios, lagos, lagoas e solos contaminados por esgoto lançado *in natura*” (IBGE, 2004: 10), como alerta de extrema importância a ampliação do serviço de coleta e tratamento de esgoto nos municípios pertencentes à bacia.

Segundo dados obtidos junto à COPASA e a algumas prefeituras, relativos a 15 municípios com sede na bacia (37,5%), são lançados diariamente 27.339 m³ de efluentes, diretamente nos cursos d’água.

A Figura 47 apresenta a situação dos municípios em relação à presença de estação de tratamento de esgoto.

Dos três municípios paulista que compõem a bacia, Campos do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí, apenas Santo Antônio do Pinhal apresenta

tratamento de esgoto. A ausência de tratamento de esgotos nos dois maiores municípios, Campos do Jordão e São Bento do Sapucaí, compromete a qualidade dos mananciais. Dos municípios paulistas apenas Santo Antônio do Pinhal trata o esgoto. Informações secundárias indicam que 100% do esgoto coletado é tratado, mas é coletado 47% do esgoto gerado. Além disso, é crítica a situação no distrito José da Rosa, pela inexistência de tratamento. Na sede deste município, há uma ETE (lagoa de estabilização), mas sem controle de sua eficiência.

A questão do tratamento de esgotos em Campos do Jordão ainda está sendo debatida (localização, métodos, custos, licenciamento ambiental) e em São Bento do Sapucaí já tem local definido: no córrego Quilombo, nas proximidades com a foz no rio Sapucaí-Mirim.

Problema recorrente nos municípios paulistas que compõem a bacia, a falta de tratamento de esgotos sanitários atinge a bacia do Rio Sapucaí, e deve ser considerada uma das grandes prioridades do Plano Diretor. Embora o índice médio para a coleta de esgotos seja apreciável nas áreas urbanas, os dois maiores municípios paulistas que compõem a bacia não apresentam qualquer tratamento.

Como a região do Estado de São Paulo que pertence à bacia é utilizada para o turismo, a população flutuante atrelada ao turismo gera demandas sazonais de água atipicamente elevadas, resíduos sólidos e esgotos, que somados à expansão imobiliária (loteamentos, chácaras etc.), acarretam em potencial degradação ambiental nessa região e interfere na qualidade ambiental da bacia do Rio Sapucaí.

Em todos os município da bacia há ainda os sistemas independentes de saneamento *in situ* (fossas e outros sistemas sépticos), notadamente nas casas de campo, sítios, fazendas e pequenas comunidades, não havendo, no entanto, qualquer avaliação sobre a eficiência e os impactos destes sistemas no solo e águas subterrâneas adjacentes.

A COPASA realiza convênios com prefeituras para a instalação de ETE, repassa o recurso e fiscaliza sua aplicação. Nesse processo, algumas das dificuldades encontradas são: a morosidade das prefeituras (entraves burocráticos), a falta de sensibilidade e de vontade política. A transição política entre gestões constitui outro obstáculo, na medida em que interrompe processos que vinham sendo construídos na gestão anterior.

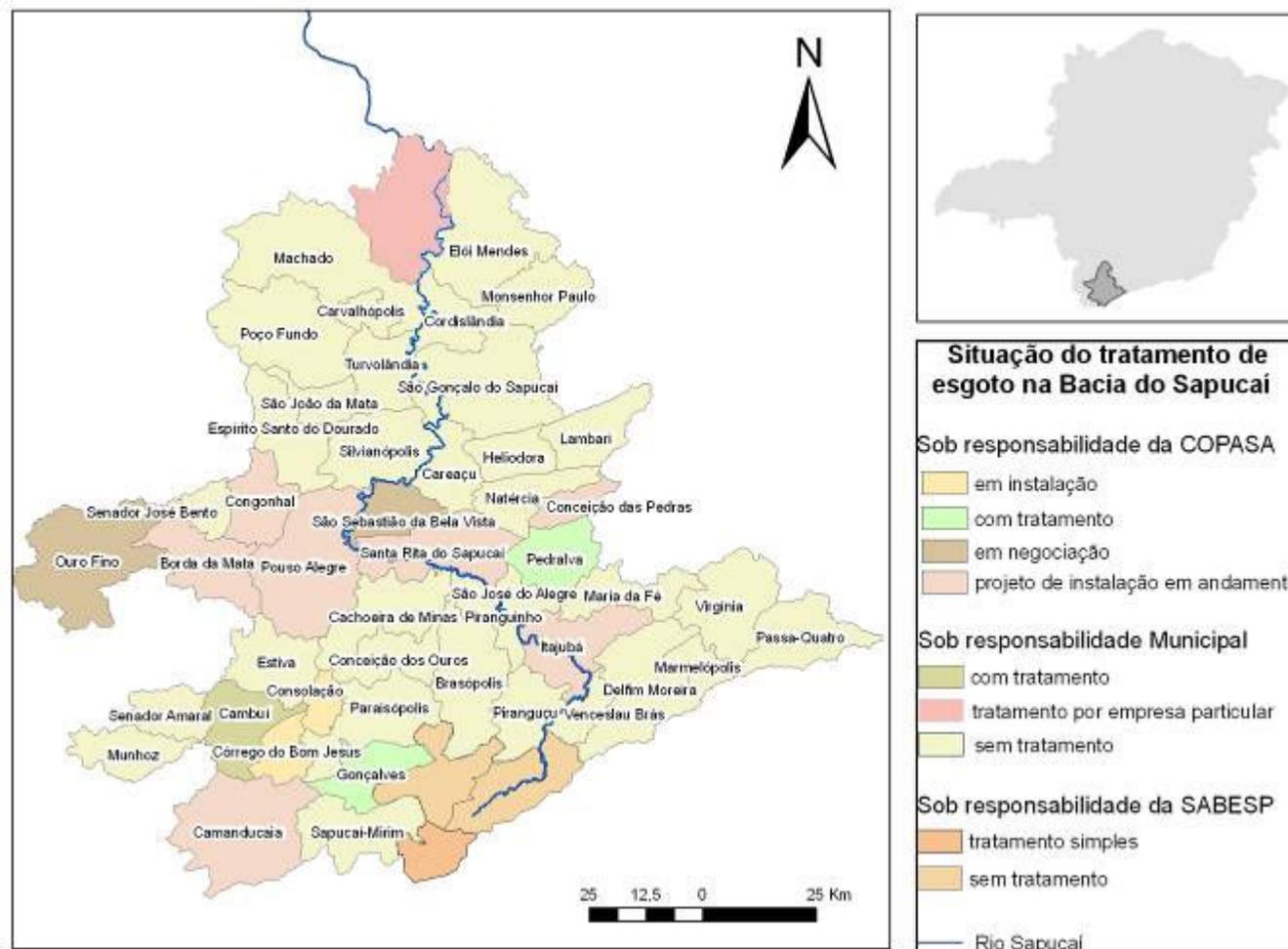


Figura 47 – Concessionárias de esgoto na Bacia do Rio SAPUCAÍ

FONTE: COPASA, SABESP e SAAE's, 2009

9.3 Resíduos Sólidos

Na gestão de resíduos sólidos pode ser verificado um avanço nos últimos anos, derivados da política de gestão ambiental do estado que tem cobrado das prefeituras a disposição adequada do lixo. O Programa Minas Sem Lixões tem como metas, até 2011, o fim de 80% dos lixões no Estado e a disposição final adequada de 60% dos resíduos sólidos urbanos gerados em Minas em sistemas tecnicamente adequados, devidamente licenciados pelo Copam.

Como registra um diagnóstico anterior (COPASA, 2001) identifica a presença de lixões em vários municípios, como, quais posteriormente substituídos por aterros controlados, como em Cachoeira de Minas, Estiva, Gonçalves, Maria da Fé e São José do Alegre, (Tabela 64).

Tabela 64 – Gestão de resíduos sólidos

Municípios	Destinação de resíduos sólidos urbanos				Índice de coleta de lixo	Volume (ton./dia)
	Lixão	Aterro Controlado	Aterro Sanitário	Usina de triagem e Compostagem (UTC)		
Baixo Sapucaí	4	2	0	1		
Carvalhópolis		1				
Cordislândia		1				
Elói Mendes	1					
Monsenhor Paulo	1					
Paraguaçu	1					
São Gonçalo do Sapucaí	1					
Turvolândia				1		
Médio Sapucaí	9	6	0	2		
Borda da Mata	1					
Cachoeira de Minas		1			90%	4,5
Cambuí	1				100%	
Careaçu	1					
Congonhal		1				
Córrego do Bom Jesus				1	100%	
Espírito Santo do Dourado	1					
Estiva		1			100%	

Municípios	Destinação de resíduos sólidos urbanos				Índice de coleta de lixo	Volume (ton./dia)
	Lixão	Aterro Controlado	Aterro Sanitário	Usina de triagem e Compostagem (UTC)		
Heliodora	1					
Natércia	1					
Pouso Alegre	1				100%	
Santa Rita do Sapucaí		1			100%	25
São João da Mata	1					
São Sebastião da Bela Vista		1				
Senador Amaral	1					
Senador José Bento		1				
Silvanópolis				1		
Alto Sapucaí	6	11	0	0		
Brasópolis	1					5,5
Conceição das Pedras		1				1,5
Conceição dos Ouros	1				100%	10
Consolação	1				100%	
Delfim Moreira		1			100%	1,3
Gonçalves		1			100%	
Itajubá		1			100%	63
Maria da Fé		1			100%	11
Marmelópolis	1				95%	0,5
Paraisópolis		1			100%	10,6
Pedralva	1				100%	4,2
Piranguçu		1			95%	1
Piranguinho		1			100%	3
São José do Alegre		1			100%	1,6
Sapucaí-Mirim	1				100%	7
Wenceslau Braz		1			100%	0,8
Vertente Mineira	6	10				
Vertente Paulista						
Campos do Jordão*						
Santo Antônio do Pinhal		1				
São Bento do Sapucaí*						

Fonte: Minas Sem Lixões, COPASA.

Grande parte das prefeituras para as quais existem informações terceirizam a coleta e incineração dos resíduos hospitalares. A empresa Pró-Ambiental, sediada em Lavras presta esse serviço para 10 dos 23 municípios que figuram na Tabela 64.

Existe um consórcio intermunicipal para a gestão de recursos Sólidos com a participação de 6 municípios, capitaneados por Itajubá. O consórcio foi batizado como CIMASA – Consórcio Intermunicipal dos Municípios do Alto Sapucaí para aterro sanitário – e envolve os seguintes municípios: Itajubá, Piranguinho, Piranguçu, Delfim Moreira, Wenceslau Braz e São José Alegre. Por enquanto está sendo operado o aterro controlado, mas o aterro sanitário encontra-se em fase conclusiva e a previsão é de que sua operação seja iniciada ainda em 2009.



Foto 21 e 22 – Situação de deposição dos resíduos sólidos em Itajubá em 2005 (Foto 21) e 2009 (Foto 22).

Em São Paulo, de acordo com monitoramento das condições de tratamento de resíduos domiciliares, realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o Índice de qualidade de aterros de resíduos (IQR) 2008 na UGRHI 01 – Bacia da Mantiqueira apresentava valores que os enquadra como “adequado”, nos municípios de Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí e “controlado” em Campos do Jordão. Apenas Santo Antônio do Pinhal realiza a deposição de resíduos sólidos urbanos na área da bacia, em um aterro em valas. A destinação dos resíduos dos demais municípios paulistas da GD5 é realizada em município localizado em outra bacia.

A questão da correta destinação dos resíduos sólidos é, portanto, mais uma das que deve ser focalizada nos programas a serem previstos no Plano Diretor da GD5

10. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA URBANA E AMBIENTAL

No contexto brasileiro contemporâneo os municípios vêm desempenhando papel cada vez mais importante na implantação de diversas políticas setoriais. A existência de instrumentos de gestão urbana e ambiental constituem indicadores da forma como a administração pública está preparada para lidar com os desafios do desenvolvimento e gestão de políticas públicas.

10.1 Instrumentos de gestão urbana

Entre os instrumentos de gestão urbana previstos no Estatuto das Cidades estão os Planos Diretores participativos. Conforme estabelece o Estatuto, o Plano Diretor é instrumento obrigatório para municípios com população acima de 20.000 habitantes; para aqueles situados em regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; para aqueles que se situem em áreas de interesse turístico; ou para aqueles situados em áreas sob influência de empreendimentos de grande impacto ambiental. Estes são casos de obrigatoriedade, contudo, qualquer município interessado em dispor de um instrumento de planejamento estratégico pode se valer desse recurso de gestão.

Na bacia do Sapucaí, seis municípios enquadram-se no primeiro critério de obrigatoriedade: população acima de 20 mil habitantes: Pouso Alegre, Itajubá, Santa Rita do Sapucaí, Cambuí, Elói Mendes e São Gonçalo do Sapucaí. Itajubá e Pouso Alegre possuem Planos Diretores mas eles ainda não constituem instrumentos plenos de gestão urbana. O Plano diretor Urbano de Santa Rita do Sapucaí foi apresentado à Câmara Municipal recentemente (julho de 2009).

Em Itajubá, existem algumas pendências justamente em um aspecto fundamental para orientar os vetores urbanos de uso e ocupação do solo: o macrozoneamento urbano. Houve um problema com os arquivos digitais do mapa de macrozoneamento e o Plano ainda não foi regulamentado no que toca à revisão da lei de uso e ocupação do solo. Foi constituída uma comissão e elaborada uma nova proposta de macro zoneamento, enviada à Câmara como lei complementar à lei do Plano diretor, mas o setor jurídico da prefeitura não a julgou correta, e barrou o processo.

Pouso Alegre está em processo de regulamentação do Plano com elaboração de leis complementares, entre elas aquelas referentes ao ordenamento territorial:

Parcelamento do Solo e Uso e Ocupação. O Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano do município é ativo e nele se manifestam os conflitos de interesse, em especial os imobiliários.

10.2 Estrutura municipal de Gestão ambiental

É difícil que o tema meio ambiente tenha espaço na política pública municipal se não houver estrutura, funcionários, recursos financeiros específicos, fundos, licenciamento, Conselho de Meio Ambiente e articulações na área ambiental. Pesquisa realizada pelo IBGE (2008) traça o retrato da institucionalização da questão ambiental nas administrações municipais em todo o país, abordando tais questões. Três desses indicadores - estrutura administrativa (caracterização do órgão gestor), mecanismo de articulação institucional (existência de conselho municipal de meio ambiente) e a existência de recursos financeiros específicos, - são focalizados aqui, como indicadores do grau de institucionalização da temática ambiental nos 48 municípios com território na bacia.

No Brasil é elevado percentual de municípios que possui algum tipo de estrutura na área ambiental (4 327, ou 77,8%), ou seja, que tem secretaria municipal exclusiva, ou em conjunto com outros temas, departamento, assessoria, setor ou órgão similar de meio ambiente. Na Bacia esse percentual é baixo. Dos 48 municípios, 25, ou seja, mais da metade (52,1%) não possui estrutura específica de gestão ambiental. Naqueles municípios em que essa estrutura existe, ela está a cargo de um departamento ou setor em 12 (25%), inserida em outras secretarias temáticas em 9 (18,8%) e, em 2 casos (4,2%) – Itajubá e Sapucaí-Mirim - existe secretaria específica (Tabela 65). Vale observar que, em 2009, Pouso também criou uma secretaria específica para o tema.

Tabela 65 – Estrutura municipal de gestão ambiental, 2008

Municípios por classe de tamanho	Não possui estrutura específica	Departamento, assessoria ou setor	Secretaria em conjunto com outros temas	Secretaria exclusiva
Até 5 000 habitantes	13	1	0	0
De 5 001 a 10 000	7	1	3	1
De 10 001 a 20 000	5	5	2	0
De 20 001 a 50 000	0	5	3	0
De 50 001 a 100 000	0	0	0	1
De 100 001 a 500 000	0	0	1	0
TOTAL	25	12	9	2
%	54,2	25,0	18,8	4,2

No que diz respeito à faixa populacional do município, o padrão é o esperado, tanto no país como na bacia, quanto maior o tamanho do município em termos de população, maior a presença de estrutura ambiental. Contudo, no Brasil o percentual de municípios na faixa populacional até 5.000 habitantes que possui estrutura é 66,9%, enquanto na bacia do Sapucaí apenas um município nessa faixa possui estrutura específica de gestão ambiental (Tabela 65).

No caso da Bacia, Conselhos Municipais de Meio Ambiente estão presentes em 35 municípios (73% dos deles), sendo que em 27 deles o conselho tem caráter deliberativo. Quanto à composição, 21 são paritários (60%), 8 tem maior representação governamental e 7 tem maior representação da sociedade civil.

De acordo com o estudo do IBGE:

“Recursos específicos para a área de meio ambiente são fundamentais para viabilizar qualquer ação da prefeitura na área ambiental, no entanto, menos da metade das prefeituras (2.079 municípios, ou 37,4%) dispõe de tais recursos” (IBGE, 2008: 77).

Na bacia do Sapucaí, apenas 11 municípios (23%) contam com recurso financeiro específico para o meio ambiente.

A pouca institucionalização da gestão ambiental, faz com que as ações fiquem na dependência do posicionamento das pessoas (muitas das quais assumem cargos de confiança) e oscilem conformem sopram os ventos da política municipal. Dessa forma, muitos processos iniciados – como aqueles relativos à política de saneamento

ambiental, para dar um exemplo – sejam interrompidos e tenham que recomeçar do zero.

É fundamental que os municípios tenham legislações de regulamentação do uso e ocupação do solo, urbano e rural, de modo a disciplinar o seu uso, garantindo a convergência entre as necessidades ambientais e sociais.

10.3 Identificação dos atores estratégicos.

Atores estratégicos são aqui considerados como aqueles real ou potencialmente relevantes para a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos, conforme preconiza a Política Nacional de Recursos Hídricos: representantes do poder público, dos usuários e da sociedade civil. Ou seja, aqueles que potencialmente poderiam participar ou participam do Comitê de Bacia, além do próprio comitê.

A identificação dos atores foi realizada a partir de entrevistas, de documentos do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí (CBH Sapucaí) e de pesquisas na Internet. O ideal, para o mapeamento completo dos atores estratégicos, seria a realização de visitas a cada um dos 48 municípios com território na bacia, o que não foi possível no limite dos recursos disponíveis.

Esta primeira fase do trabalho assumiu o caráter de pesquisa exploratória. No mapeamento realizado foram identificados atores pertencentes a 22 municípios (45,83%). A maior parte deles instituições do poder público federal e estadual e municipal. No caso de instituições federais e estaduais trata-se de gerências (ou divisões) regionais e/ou escritórios locais. Itajubá e Pouso Alegre são municípios-polo onde se localizam gerências regionais de órgãos federais (IBAMA, INCRA, IBGE) e estaduais (Gerências regionais das secretarias de educação e saúde, IMA, EMATER, EPAMIG).

Entre os representantes da sociedade civil figuram organizações sindicais (4), associações de produtores rurais (9), entidades de classe (6), organizações não governamentais ambientalistas ou socioambientais (9) e instituições acadêmicas (7), fundações (2) e associações de municípios.

Numa categoria intermediária aparecem os conselhos municipais de meio ambiente e desenvolvimento rural sustentável, entidades colegiadas que reúnem representantes da sociedade civil e do poder público.

Na categoria de usuários figuram: Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE), Centrais Elétricas de Minas Gerais e Furnas Centrais Elétricas.

Muitos desses atores são membros ou ex-membros do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí (CBH Sapucaí).

Os atores identificados foram convidados a participar de três oficinas do Diagnóstico Participativo, realizadas em Itajubá, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí. Participaram das oficinas 54 pessoas.

Na reunião em Itajubá estavam presentes 31 pessoas que contribuiram para a reflexão sobre os problemas e oportunidades relacionados aos recursos hídricos na bacia.

Na reunião em Santa Rita do Sapucaí estavam presentes 12 pessoas, todas elas representantes do poder público, embora algumas pertençam simultaneamente à Associação Amigos do Rio Sapucaí (AARSA). Além da reflexão sobre problemas e oportunidades, foram elencadas algumas sugestões de ações tendo em vista a elaboração dos Planos de Ação. O mesmo ocorreu em Pouso Alegre, onde a presença foi menor, 7 pessoas, mas muito qualificada.

O processo de identificação e caracterização dos atores precisa prosseguir. O CBH Sapucaí, através de seus membros nos municípios e com apoio do IGAM, poderia investir não apenas nessa identificação mas no processo de sensibilização dos atores do poder público e da sociedade civil quanto a importância da ação conjunta para gestão dos recursos hídricos.

✓ **Algumas reflexões sobre o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí**

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí (CBH Sapucaí), um dos componentes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH-MG, foi criado pelo Decreto estadual 39.911, em junho de 1998 e é composto por 28 titulares

(e 28 suplentes) – sete representantes de cada um dos seguintes setores: poder público estadual, poder público municipal, usuários de recursos hídricos e entidades da sociedade civil ligadas aos recursos hídricos. O comitê está sediado em Itajubá e conta com a parceria da UNIFEI que cedeu o espaço, e da prefeitura municipal de Itajubá, que disponibiliza uma funcionária para secretariá-lo.

Na avaliação de alguns de seus membros, um dos elementos de força do comitê é a capacidade técnica, o fato de contar com a participação de profissionais capacitados e acadêmicos e o potencial que isso representa para mobilização e disseminação de conhecimentos.

Essa mesma habilidade é percebida por outros integrantes, ou ex-integrantes do colegiado, como gerador de alguns problemas. Isso porque a articulação do discurso acadêmico tem efeito desmobilizador sobre alguns segmentos que tem representação no comitê, seja pela erudição ou pela capacidade de impor-se. Esse fato, aliado à forma de condução do comitê, levou à fragilização do mesmo e ao afastamento de parte dos seus membros.

Como fragilidade, foi destacada a dificuldade de transformar decisões em ações pela falta de recursos financeiros e pelas injunções políticas. O CBH possui um sistema de comunicação, tanto interna quanto externa, deficiente, o que lhe dá pouca visibilidade. Além disso, esperava-se maior apoio institucional por parte do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Em busca de contornar os limites financeiros, o CBH Sapucaí enviou projetos para o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável (FHIDRO). Aqui vale um parêntese.

O Fundo foi criado em 1999, mas só passou a operar no segundo semestre de 2006, recebendo 137 projetos. Ao final de 2007, de acordo com Relatório de Encerramento das Atividades do FHIDRO, 30 projetos haviam sido contratados e 9 aprovados mas ainda não contratados. Entre os projetos aprovados apenas um pertencia à Bacia do Sapucaí: o Projeto de Proteção de Nascentes Bairro Pedra Preta (Itajubá/MG), tendo como proponente a Prefeitura Municipal de Itajubá, com valor de R\$ 20.000,00, e havia sido contratado. Um outro projeto - Diagnóstico Técnico-Operacional dos Grandes Usuários da Água da Bacia do Rio Sapucaí – tendo como proponente a

Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão de Itajubá (FAPEPE), no valor de R\$ 381.502,00, havia sido reprovado.

Conforme pode ser observado no Gráfico 13, a aplicação dos recursos do FHIDRO foi pequena em relação ao montante disponibilizado. Apenas 5,35% dos recursos disponibilizados em 2006 foram contratados. Esse percentual, em 2007, subiu para 12,91% o que ainda indica uma baixa execução.

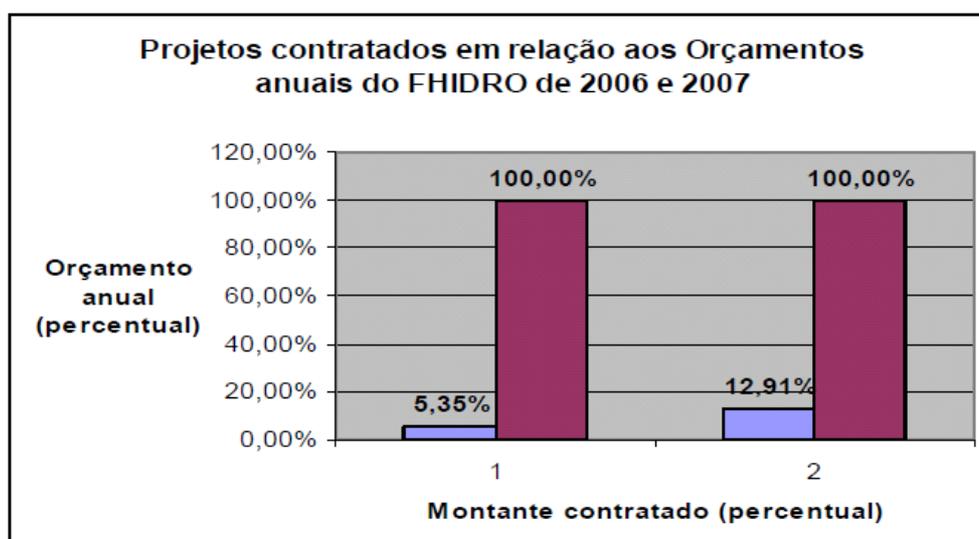


Gráfico 13 – Percentual de recursos contratados em relação ao disponibilizado para 2006 e 2007.

FONTE: IGAM, 2007.

Além do limite representado pela pouca disponibilidade de recursos, outro limite é a extensão territorial da bacia. As reuniões itinerantes realizadas pelo CBH parecem não ser suficientes para garantir uma maior participação e expressividade dos diversos municípios em suas atividades. A criação de sub-comitês, talvez por trecho da bacia, seria uma forma de facilitar a participação e garantir uma maior representatividade dos diversos segmentos que a compõe.

10.4 Identificação de conflitos potenciais

Alguns conflitos potenciais podem ser identificados. O primeiro refere-se ao antagonismo entre os interesses econômicos, de diferentes segmentos, e a política de preservação ambiental e proteção conservação dos recursos hídricos.

Um dos interesses econômicos que se interpõe à gestão dos recursos hídricos é o da expansão imobiliária nas áreas urbanas em áreas marginais dos sistemas fluviais caracterizadas como várzeas e matas ciliares. Apesar do risco de enchentes, a expansão urbana continua a se dar nessas áreas. Exemplo disso ocorre em Santa Rita do Sapucaí, e foi relatado na oficina de diagnóstico participativo. Também em Pouso Alegre e Itajubá houve referências a conflitos de interesses em torno da política e instrumentos de ordenamento territorial. Os interesses econômicos pressionam os gestores políticos que, inúmeras vezes, cedem frente a eles.

Outro interesse ou atividade econômica com impacto sobre os recursos hídricos é a mineração de areia realizada através da dragagem dos leitos dos rios, muitas vezes de forma ilegal.

As atividades agropecuárias desenvolvidas em áreas de preservação ambiental – margens de cursos de água, nascentes e terrenos com declividade superior a 45° – são comprometedoras dos recursos hídricos e constituem um obstáculo a ser superado para o estabelecimento de uma política sustentável e integrada de proteção e recuperação desses recursos. Esta é uma questão complexa considerando um conjunto de fatores. De forma ilustrativa, sem pretender uma análise exaustiva, pode-se listar alguns destes fatores. Primeiro, a forma histórica de uso e ocupação do solo tanto urbano como rural: ocupação de várzeas, topos de morro e margens dos cursos d'água. Segundo, as características geográficas: relevo acidentado, principalmente no Alto Sapucaí, e a forma ramificada e quantidade fartura de cursos d'água que significa a presença de grandes extensões de APP que por lei deveriam ser protegidas. Terceiro, a estrutura fundiária na bacia onde predominam pequenas e médias propriedades parte das quais pode ser inviabilizada por ocuparem predominantemente áreas de APP. Quarto, a necessidade de mudanças culturais na forma de manejo agrícola convencional, mudança que é lenta e depende de um processo educativo de longo prazo.

Um outro conflito latente está vinculado ao projeto, gerido pela COPASA, de construção de barragens secas para contenção de enchentes. Dois tipos de resistência existem: a de ambientalistas e técnicos, e a dos proprietários que tem terras na área de inundação do lago. Ambientalistas e técnicos, entre eles alguns membros do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, argumentam que tal intervenção estrutural, além de cara, não oferece garantias de efetividade e poderia gerar outros danos ambientais à bacia.

Nos programas de ação do Plano Diretor da bacia hidrográfica do Rio Sapucaí é necessário prever espaços de debate dos diversos interesses, tanto convergentes quanto conflitantes, existentes na região, de modo a enfrentar questões que não são apenas regionais, como a relação entre a legislação ambiental, os interesses econômicos e a forma histórica de uso e ocupação do território.

11. OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

A água pode ser aproveitada para diversas finalidades, como: abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, indústria, geração de energia elétrica, preservação ambiental, paisagismo, lazer, navegação, etc. Porém muitas vezes esse usos podem ser concorrentes, gerando conflitos entre setores usuários, ou mesmo impactos ambientais. Neste sentido, gerir recursos hídricos é uma necessidade premente e que tem o objetivo de buscar acomodar as demandas econômicas, sociais e ambientais por água em níveis sustentáveis, de modo a permitir a convivência dos usos atuais e futuros da água sem conflitos. É nesse instante que o instrumento da Outorga se mostra necessário, pois ordenando e regularizando o uso da água é possível assegurar ao usuário o efetivo exercício do direito de acesso à água, bem como realizar o controle quantitativo e qualitativo desse recurso.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecido no inciso III, do art. 5º da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. Em outras palavras, pode-se dizer que a outorga é o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos

Compete à Agência Nacional de Águas – ANA, de acordo com o inciso IV, do art. 4º da Lei Federal nº 9.984, de 17 de junho de 2000, outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, bem como emitir outorga preventiva. Também é competência da ANA a emissão da reserva de disponibilidade hídrica para fins de aproveitamentos hidrelétricos e sua conseqüente conversão em outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Em Minas Gerais, o órgão responsável pelas outorgas dos rios estaduais é o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Através da outorga, o IGAM executa a gestão quantitativa e qualitativa do uso da água, emitindo autorização ou concessão para captações e lançamentos, bem como para quaisquer intervenções nos rios, ribeirões e córregos de Minas Gerais.

É importante salientar que a outorga não dá ao usuário a propriedade de água ou sua alienação, mas o simples direito de seu uso. Portanto, a outorga pode ser suspensa,

parcial ou totalmente, em casos extremos de escassez ou de não cumprimento pelo outorgado dos termos de outorga previstos nas regulamentações, ou por necessidade premente de se atenderem os usos prioritários e de interesse coletivo.

11.1 Campanha de Regularização do Uso da Água

A Campanha de Regularização do Uso dos Recursos Hídricos em Minas Gerais – “ÁGUA: FAÇA O USO LEGAL” teve como objetivo informar e facilitar o acesso aos meios de regularização do uso da água, além de levantar dados sobre a utilização dos recursos hídricos no Estado.

A Campanha foi voltada para todas as pessoas que realizam intervenção em recursos hídricos, sejam águas superficiais ou subterrâneas, como água de poços artesianos, lagos, rios, córregos e ribeirões.

A Campanha instituiu por meio da Portaria IGAM nº 30, de 22 de agosto de 2007, o Registro de Uso da Água, como instrumento para regularização temporária. No primeiro momento, os usuários realizaram o registro e, com as informações coletadas, o IGAM fará o estudo de disponibilidade hídrica no Estado. Posteriormente, o Instituto convocará os cadastrados para regularizarem o uso da água, com a concessão de outorga ou certificado de uso insignificante. Vale ressaltar que quem fizer o registro ficará isento de penalidades até que seja convocado para regularização formal.

Na bacia do Rio Sapucaí a Polícia de Meio Ambiente, Prefeitura de Itajubá, Prefeitura de Pouso Alegre e a Prefeitura de Brazópolis são parceiros do IGAM no cadastramento de usuários de água.

De acordo com a Assessora da Diretoria de Monitoramento e Fiscalização Ambiental – DMFA do IGAM, responsável pela compilação dos dados da campanha, e considerando os cadastros recebidos até Setembro de 2009, foram realizados 20.245 (vinte mil duzentos e quarenta e cinco) cadastros, nos município da bacia do Rio Sapucaí (Anexo J – Cadastro da Campanha de Regularização).

Dos cadastros realizados, 49,50% referem-se a consumo humano (Gráfico 14). Um detalhe interessante que pode se observado analisando o Anexo J é a presença do uso piscicultura¹⁵ em todos os municípios.

¹⁵ ramo da aquicultura, que se preocupa com o cultivo de peixes, bem como de outros organismos aquáticos

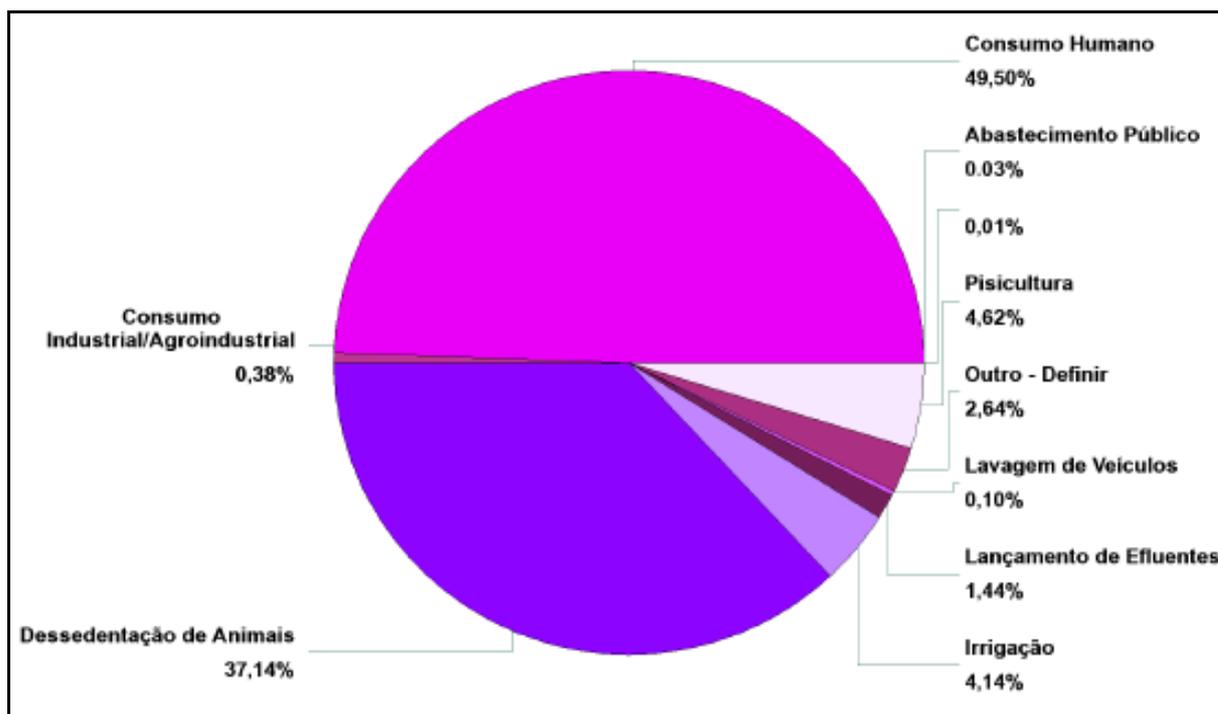


Gráfico 14 – Campanha Uso Legal – GD5 – Finalidades de Uso

FONTE: IGAM – Campanha de Regularização do Uso dos Recursos Hídricos em Minas Gerais/2009.

A Campanha de Regularização terminou no dia 31 de julho de 2009. A partir de agora os usuários de água no Estado que não estão regulares e que não preencheram o Registro devem proceder à regularização formal, por meio da solicitação da Outorga ou do Certificado de Uso Insignificante.

11.2 Levantamento das informações sobre outorga na bacia do rio sapucaí

Para compreender as informações apresentadas neste capítulo, é necessário entender o significado dos usos da água encontrados na bacia. As informações foram repassadas por IGAM e ANA.

- ✓ Abastecimento Público: captação de água utilizada para o abastecimento de cidades, vilas e distritos. Normalmente solicitadas por empresa de distribuição de água, como por exemplo a COPASA.
- ✓ Consumo humano: captação de água destinada ao consumo humano em pequenas quantidades.

- ✓ Aquicultura: captação de água para utilização no cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios e plantas aquáticas para uso do homem.
- ✓ Consumo agroindustrial: captação de água destinadas a empresa que utilizam a água na plantação e na indústria de beneficiamento. No procedimento de concessão de outorgas, a ANA desconsidera o termo Agroindústria e concede duas outorgas: uma para a utilização de água na lavoura, por exemplo, e outra para o processo produtivo industrial.
- ✓ Consumo industrial: captação de água destinada a indústria, utilizada no processo produtivo.
- ✓ Consumo industrial e humano: captação de água destinada ao processo produtivo da indústria e ao consumo dos funcionários.
- ✓ Dessedentação de animais: captação de água utilizada na criação de animais.
- ✓ Irrigação: captação de água destinada a irrigação de plantações.
- ✓ Paisagismo: captação de água utilizada para manutenção do paisagismo em parques e praças
- ✓ Geração de energia: captação de água destinada a produção de energia. Exemplo: Hidrelétricas
- ✓ Lava jato: captação de água destinada a lavagem de veículos
- ✓ Aspersão de vias: captação de água destinada a aspersão de vias.
- ✓ Mineração e Extração Mineral: captação de água destinada a mineração. Os termos extração mineral e mineração, teoricamente, possuem o mesmo significado. Contudo, para a ANA, o termo extração mineral é mais empregado para identificar os números pedidos de lavra para extração de areia. Por isso, adotou-se o costume de utilizar o termo extração mineral para a exploração de recursos superficiais e de mineração para aqueles de maior profundidade.

Neste levantamento de usos da água na bacia hidrográfica do rio Sapucaí consideramos as seguintes definições, de acordo com a Gerência de Cobrança pelos Usos da água do IGAM:

- ✓ Uso consuntivo: definido como aquele no qual há perda entre o que é derivado e o que retorna ao curso de água. São eles: Abastecimento Público, aquicultura, consumo agroindustrial, consumo industrial, dessedentação de animais, irrigação, mineração, lavagem de veículos e aspersão de vias.
- ✓ Uso não-consuntivo: definido como aquele no qual não há perda entre o que é derivado e o que retorna ao curso de água. São eles: extração mineral, paisagismo, transposição de corpo de água e geração de energia.

11.3 Outorga Significantes de mananciais Superficiais

A partir dos dados fornecidos pelo IGAM em sua página eletrônica na Internet, pela ANA e pela COPASA, estabeleceu-se a relação de outorgas concedidas de 1993 até junho de 2009 na bacia do Rio Sapucaí. Os dados da COPASA foram utilizados para complementar os resultados, uma vez que se identificou que várias outorgas da COPASA não apareciam nas listagens disponibilizadas pelo IGAM. Buscou-se também, uma consulta direta ao banco de dados do IGAM, mas até a finalização deste trabalho nenhuma informação havia sido repassada.

No total, foram concedidas na bacia do rio Sapucaí 166 (cento e sessenta e sei) outorgas para uso de recursos hídricos superficiais, sendo 154 de uso consuntivo (onde há perdas entre o que retorna ao curso natural) e 12 outorgas de uso não consuntivo (não há perdas).

A Tabela 66 e Gráfico 15 mostram o número de outorgas e a porcentagem relativa a cada uso na bacia.

Tabela 66 – Outorgas Superficiais significativas concedidas na bacia do Rio Sapucaí

USO	N° de outorgas		Vazão	
	Número	Porcentagem	m ³ /s	Porcentagem
Abastecimento Público	52	31,33%	2,5074	77,11%
Aqüicultura	8	4,82%	0,0099	0,30%
Consumo Agroindustrial	6	3,61%	0,1004	3,09%
Consumo Industrial	21	12,65%	0,1519	4,67%
Mineração	30	18,07%	0,1760	5,41%
Dessedentação de animais	2	1,20%	0,0001	0,03%
Irrigação	32	19,28%	0,3011	9,26%
Outros	3	1,81%	0,0051	0,16%
Extração mineral	4	2,41%	0,0000	0
Paisagismo	1	0,60%	0,0000	0
Transposição de corpo de água	6	3,61%	0,0000	0
Geração de energia	1	0,60%	0,0000	0
TOTAL*	166	100%	3,25	100%

FONTE: IGAM 2009, COPASA 2009 e ANA 2008.

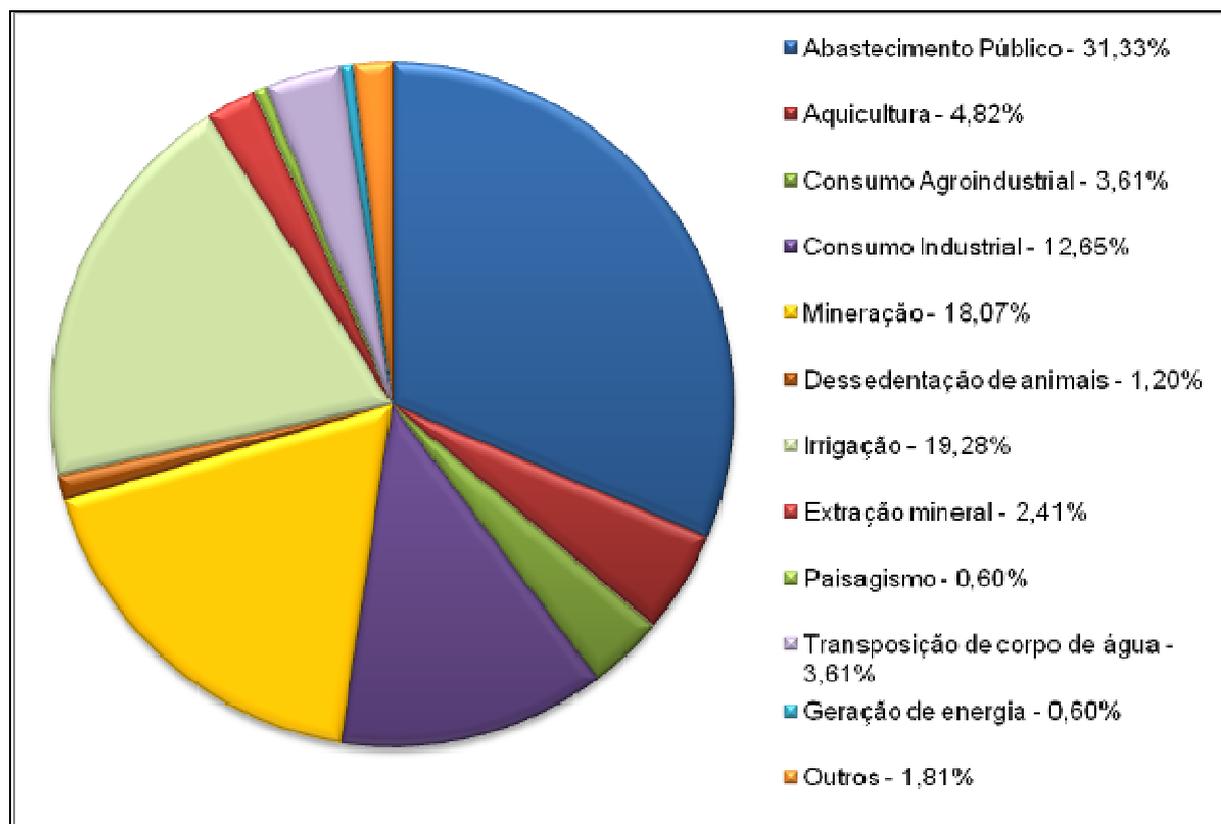


Gráfico 15 – Outorgas Superficiais na bacia do Rio Sapucaí (numero de outorgas)

FONTE: IGAM 2009, COPASA 2009 e ANA 2008.

É importante lembrar que optou-se por trabalhar com todas outorgas existentes na bacia: as vencidas e as vigentes. Isso porque a tendência é que as outorgas vencidas sejam renovadas.

De acordo com as informações da SUPRAN Sul de Minas, existem hoje 20 processos em análise técnica como pode ser observado na Tabela 67.

Tabela 67 – Processos em Análise Técnica - Superficial

Uso		Município
1	Barramento sem captação	Elói Mendes
2	Canalização e/ou retificação de curso de água	Congonhal
3	Captação em barramento – sem regularização de vazão	Machado
4	Captação em barramento – sem regularização de vazão	Paraguaçu
5	Captação em barramento – sem regularização de vazão	Pouso Alegre
6	Captação em barramento – sem regularização de vazão	Pouso Alegre
7	Captação em barramento – sem regularização de vazão	Pouso Alegre
8	Captação em barramento – sem regularização de vazão	Itajubá
9	Captação em corpos de água	Machado
10	Captação em corpos de água	Silvianópolis
11	Captação em corpos de água	Cambuí
12	Captação em corpos de água	Senador Amaral
13	Captação em corpos de água	Carvalhópolis
14	Captação em corpos de água	Conceição Dos Ouros
15	Captação em corpos de água	Conceição Dos Ouros
16	Captação em corpos de água	Turvolândia
17	Dragagem de curso de água para mineração	Estiva
18	Dragagem de curso de água para mineração	Conceição Dos Ouros
19	Dragagem de curso de água para mineração	São Gonçalo do Sapucaí
20	Dragagem de curso de água para mineração	Careaçu

FONTE: SUPRAN Sul de Minas 2009

De acordo com a Tabela 66 e Gráfico 15 os principais usos na bacia do Rio Sapucaí, de acordo com o número de outorgas são Abastecimento Público, Irrigação, Mineração e Consumo Industrial.

Em termos de vazão, os principais usos também são Abastecimento Público, Irrigação, Mineração e Consumo Industrial (Gráfico 16).

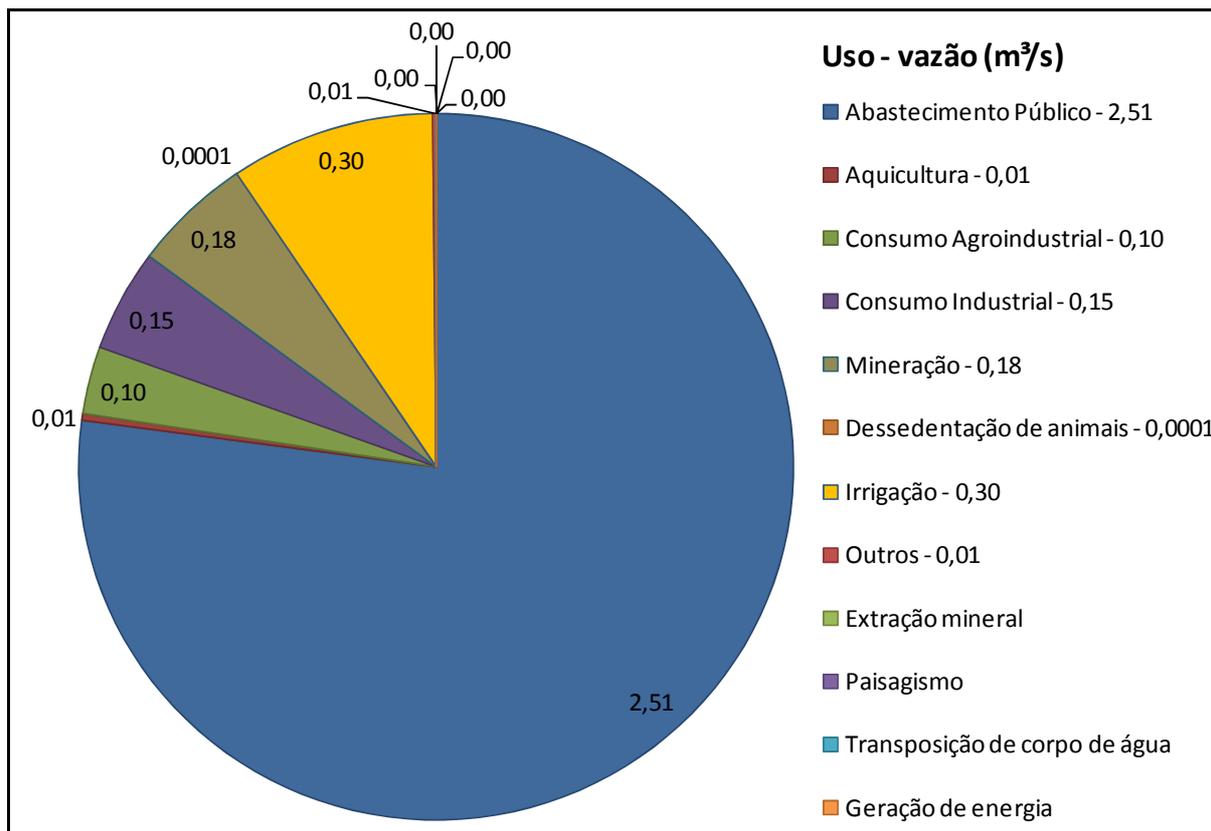


Gráfico 16 – Outorgas Superficiais na bacia do Rio Sapucaí (vazão)

FONTE: IGAM 2009 e ANA 2008

A Tabela 68 mostra o número de outorgas divididas por região da Bacia. Percebe-se uma concentração na região do Baixo e Médio Sapucaí. Esta distribuição também pode ser vista no Anexo K (Mapa dos Usos das águas da Bacia do Rio Sapucaí).

Tabela 68 – Outorgas Significantes Superficiais divididas por região da bacia, considerando os usos consuntivos e usos não-consuntivos.

Região da bacia	Nº de outorgas	
	Numero	Porcentagem
Alto	42	25,30%
Médio	78	46,99%
Baixo	46	27,71%
Total	166	100%

FONTE: IGAM 2009 e ANA 2008

11.3.1 Evolução Temporal das Outorgas Superficiais

A evolução temporal das outorgas na bacia do Rio Sapucaí pode ser visualizada no Gráfico 17.

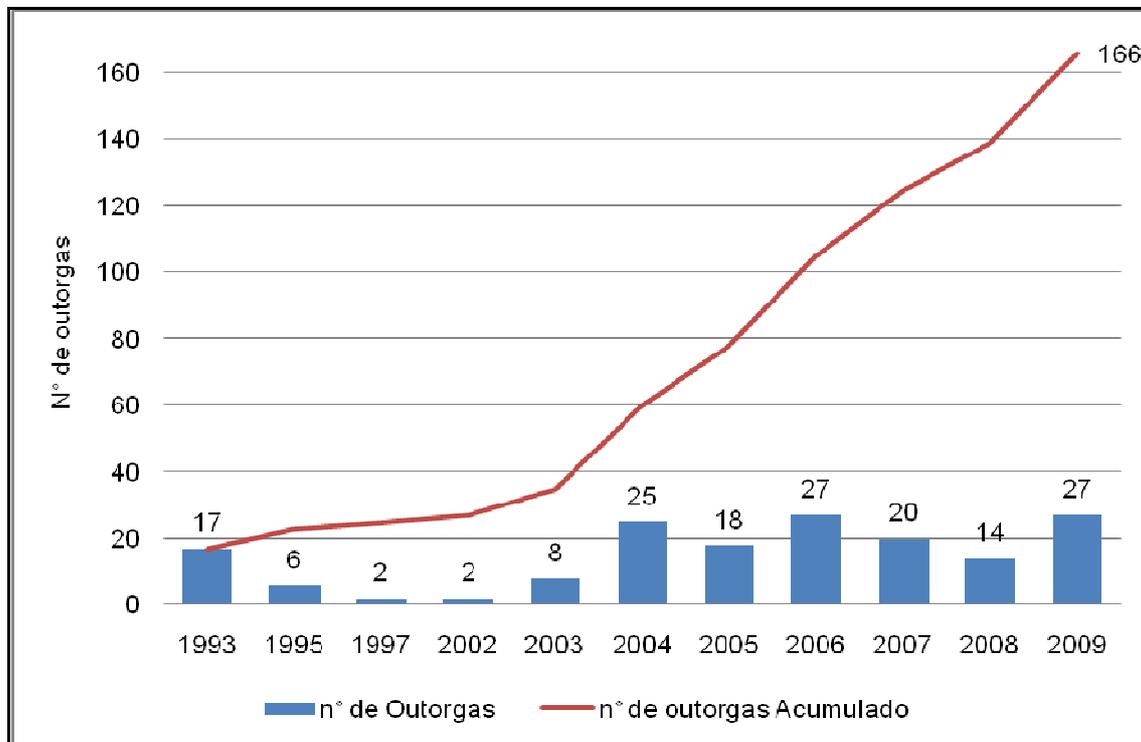


Gráfico 17 – Evolução Temporal do número de Outorgas Superficiais na Bacia do Rio Sapucaí

FONTE: IGAM 2009 e ANA 2008

Analisando o Gráfico 17, a partir do ano de 2004 percebe-se uma média de outorgas concedidas por ano: em torno de 21 outorgas por ano. O baixo número de outorgas e a não seqüência dos anos no início do gráfico se deve a deficiência do cadastro de outorgas e a falhas no banco de dados.

Em termos de vazão, a evolução das outorgas na bacia é apresentada no Gráfico 18.

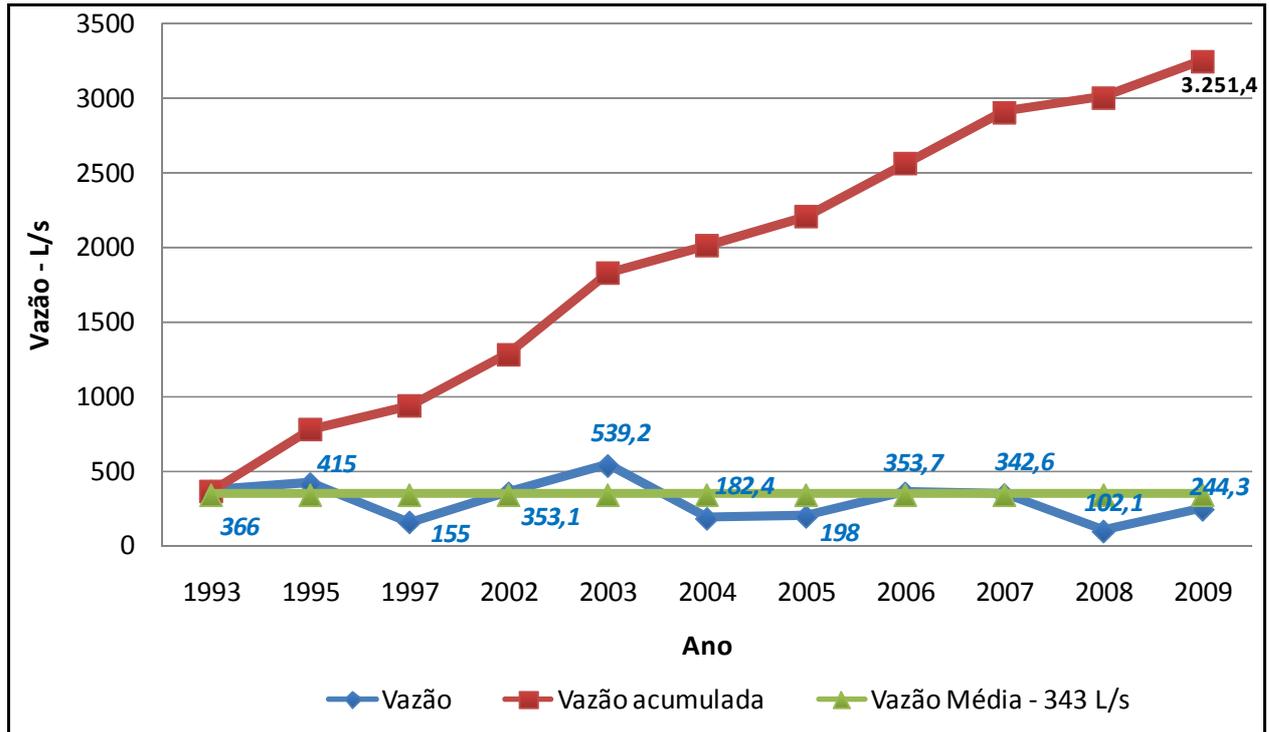


Gráfico 18 – Evolução Temporal das vazões outorgadas nos mananciais superficiais da Bacia do Rio Sapucaí

FONTE: IGAM 2009 e ANA 2008

De acordo com o Gráfico 18 a vazão média anual outorgada na bacia do Rio Sapucaí é de 343,0 L/s. De 11 anos analisados, 6 possuem a vazão outorgada acima da média. No ano de 2003 a vazão outorgada foi bem superior a vazão média na bacia. Neste ano foram registradas apenas 8 outorgas, mas duas dessas outorgas foram para abastecimento público no município de Pouso Alegre, o que contribuiu para essa vazão elevada.

11.3.2 Outorgas Significantes de Mananciais Superficiais por Ponto Notável

Os pontos notáveis selecionados foram em exutórios de sub-bacias dos principais afluentes da bacia e em pontos ao longo do rio Sapucaí, seguindo uma ordem cronológica partindo do Alto Sapucaí até a foz da bacia e foram utilizados no estudo de disponibilidade e Balanço Hídrico deste Plano Diretor.

As outorgas de mananciais superficiais de uso consuntivo foram distribuídas de acordo com os pontos notáveis, como pode ser visto na Tabela 69. As outorgas levantadas no sítio do IGAM e ANA serviram de apoio para somar as demandas outorgadas à montante de cada um desses pontos notáveis considerados.

Tabela 69 – Outorgas de mananciais superficiais por ponto notável.

PONTO 01 - LOURENÇO VELHO		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	1	0,040
Lavagem de Veículos	1	0,001
TOTAL	2	0,041
PONTO 02 - SAPUCAÍ		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	11	0,465
Aqüicultura	1	0,006
Consumo Industrial	3	0,079
Lavagem de Veículos	1	0,001
Mineração	1	0,016
TOTAL	17	0,567
PONTO 03 - VARGEM GRANDE		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	1	0,040
TOTAL	1	0,040
PONTO 04 - CAPIVARI		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	0	0,000
Consumo Agroindustrial	1	0,003
Consumo Industrial	7	0,017
Dessedentação de animais	1	0,000
Irrigação	1	0,001
TOTAL	10	0,021

PONTO 05 - ITAIM		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	9	0,216
Consumo Agroindustrial	2	0,037
Consumo Industrial	1	0,002
TOTAL	12	0,255
PONTO 06 - SAPUCAÍ MIRIM		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	3	0,060
Consumo Agroindustrial	0	0,000
Consumo Industrial	8	0,017
Dessedentação de animais	1	0,000
Irrigação	2	0,015
Mineração	3	0,027
TOTAL	17	0,119
PONTO 07 - SAPUCAÍ MIRIM		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	15	0,596
Consumo Agroindustrial	2	0,037
Consumo Industrial	9	0,018
Dessedentação de animais	1	0,000
Irrigação	2	0,015
Mineração	4	0,037
TOTAL	33	0,703
PONTO 08 - MANDU		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	2	0,400
Aqüicultura	2	0,001
Consumo Industrial	3	0,030
Dessedentação de animais	1	0,0001
Irrigação	2	0,014
TOTAL	7	0,445

PONTO 09 - SAPUCAÍ MIRIM		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	17	0,996
Aqüicultura	2	0,001
Aspersão de Vias	2	0,004
Consumo Agroindustrial	2	0,037
Consumo Industrial	12	0,049
Dessedentação de animais	2	0,000
Irrigação	4	0,029
Mineração	4	0,037
TOTAL	45	1,153
PONTO 10 - CERVO		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	1	0,019
Consumo Agroindustrial	2	0,003
Consumo Industrial	1	0,004
Irrigação	2	0,018
TOTAL	6	0,044
PONTO 11 - SAPUCAÍ		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	17	1,160
Aqüicultura	1	0,006
Consumo Industrial	4	0,079
Lavagem de Veículos	1	0,001
Mineração	6	0,049
TOTAL	29	1,294

PONTO 12 - SAPUCAÍ		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	35	2,175
Aqüicultura	4	0,008
Aspersão de Vias	2	0,004
Consumo Agroindustrial	4	0,040
Consumo Industrial	17	0,132
Dessedentação de animais	2	0,000
Irrigação	9	0,083
Lavagem de Veículos	1	0,001
Mineração	13	0,094
TOTAL	87	2,537
PONTO 13 - TURVO		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	5	0,036
Aqüicultura	1	0,002
Consumo Agroindustrial	1	0,057
Consumo Industrial	1	0,000
Irrigação	2	0,015
TOTAL	10	0,095
PONTO 14 - DOURADO		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m³/s</u>
Abastecimento Público	3	0,054
Irrigação	4	0,046
TOTAL	7	0,100

PONTO 15 - SAPUCAÍ		
<i>Usos</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Vazão - m³/s</i>
Abastecimento Público	47	2,386
Aqüicultura	7	0,010
Aspersão de Vias	2	0,004
Consumo Agroindustrial	5	0,097
Consumo Industrial	20	0,146
Dessedentação de animais	2	0,000
Irrigação	18	0,172
Lavagem de Veículos	1	0,001
Mineração	24	0,138
TOTAL	126	2,954
PONTO 16 - SAPUCAÍ		
<i>Usos</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Vazão - m³/s</i>
Abastecimento Público	52	2,507
Aqüicultura	8	0,010
Aspersão de Vias	2	0,004
Consumo Agroindustrial	5	0,097
Consumo Industrial	22	0,152
Dessedentação de animais	2	0,0001
Irrigação	32	0,301
Lavagem de Veículos	1	0,001
Mineração	30	0,176
TOTAL	154	3,25

FONTE: IGAM, 2009; COPASA, 2009 e ANA, 2009.

11.4 Outorgas Significantes de Mananciais Subterrâneos

Para o levantamento das outorgas subterrâneas significantes utilizou-se os dados disponíveis na página eletrônica do IGAM (<http://www.igam.mg.gov.br>), além das outorgas da COPASA que não aparecem no cadastro do IGAM. Os dados disponibilizados pelo IGAM e COPASA são referentes às outorgas até julho de 2009.

De acordo com os dados disponíveis, foram concedidas 114 (cento e quatorze) outorgas para uso de recursos da bacia do rio Sapucaí.

A Tabela 70 apresenta o número de outorgas concedidas e a vazão total relativamente a cada uso das águas subterrâneas outorgado na bacia.

Tabela 70 – Outorgas para água subterrânea na Bacia do Rio Sapucaí

Uso	N° de Outorgas		Vazão	
	Número	Porcentagem	m³/h	Porcentagem
Abastecimento Público	33	28,95%	435,96	53,25%
Aqüicultura	1	0,88%	1,30	0,16%
Consumo Humano	16	14,04%	42,75	5,22%
Consumo Agroindustrial	1	0,88%	3,20	0,39%
Consumo Industrial	22	19,30%	146,96	17,95%
Consumo Industrial e Humano	23	20,18%	127,47	15,57%
Dessedentação animal	2	1,75%	9,80	1,20%
Irrigação	4	3,51%	23,67	2,89%
Lavagem de Veículos	12	10,53%	27,54	3,36%
TOTAL*	114	100%	818,65	100%

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

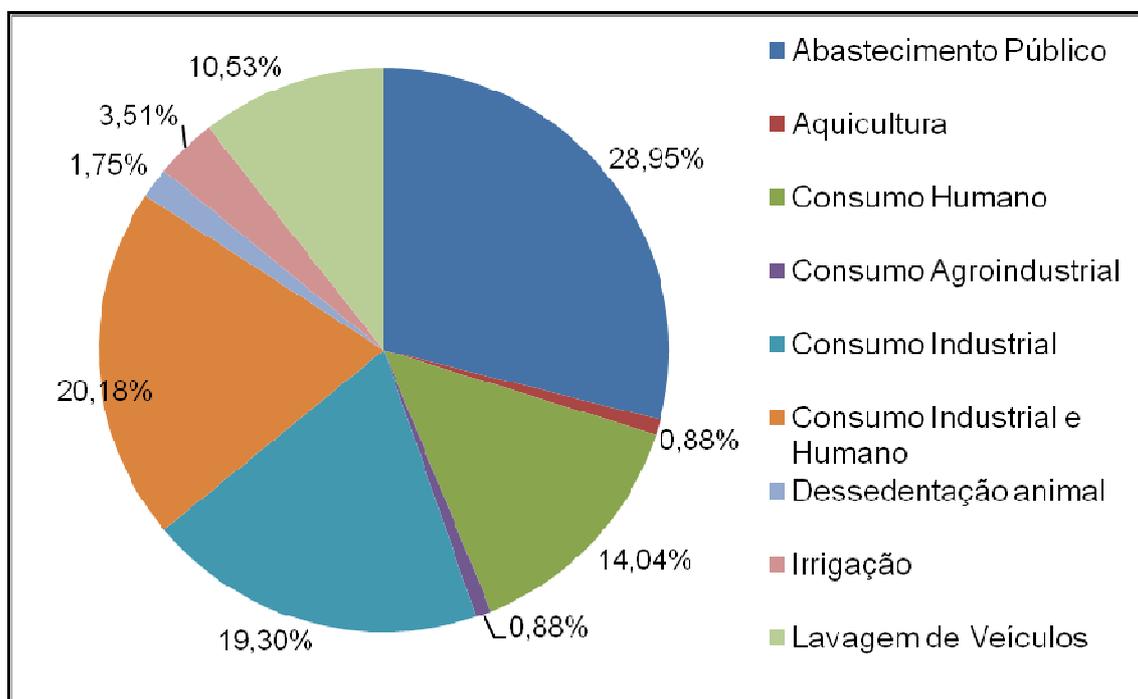


Gráfico 19 – Porcentagem de acordo com o numero de outorgas para uso de água subterrânea

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

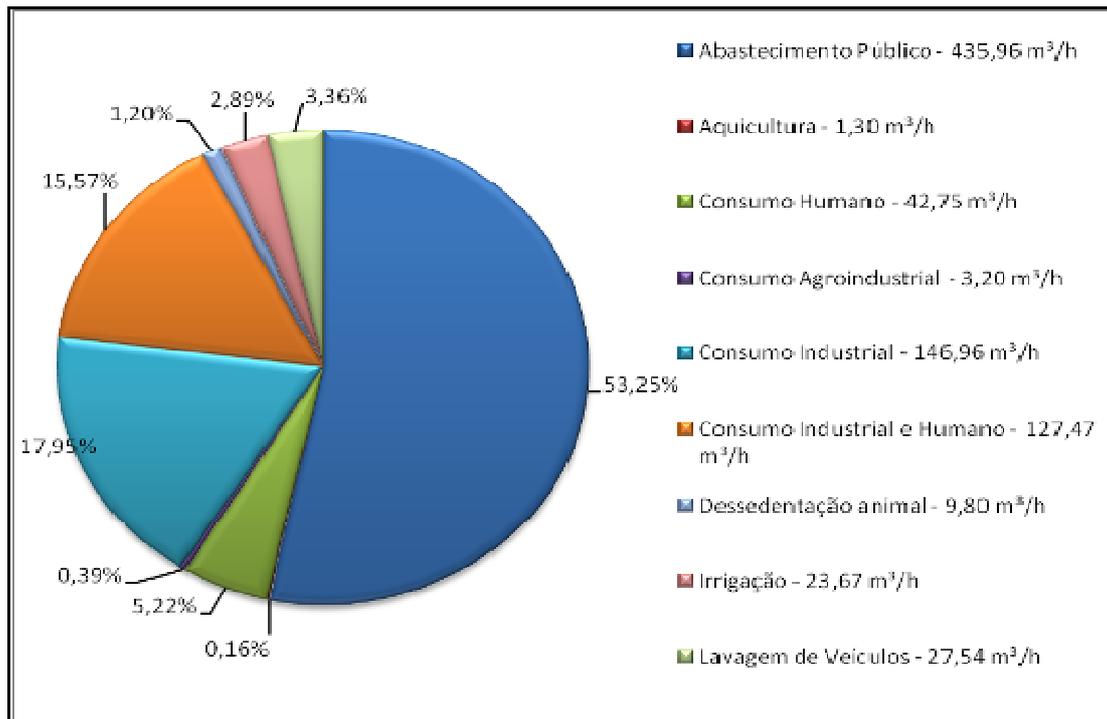


Gráfico 20 – Porcentagem de acordo com a vazão outorgada para os usos de água subterrânea identificados na bacia do Rio Sapucaí.

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

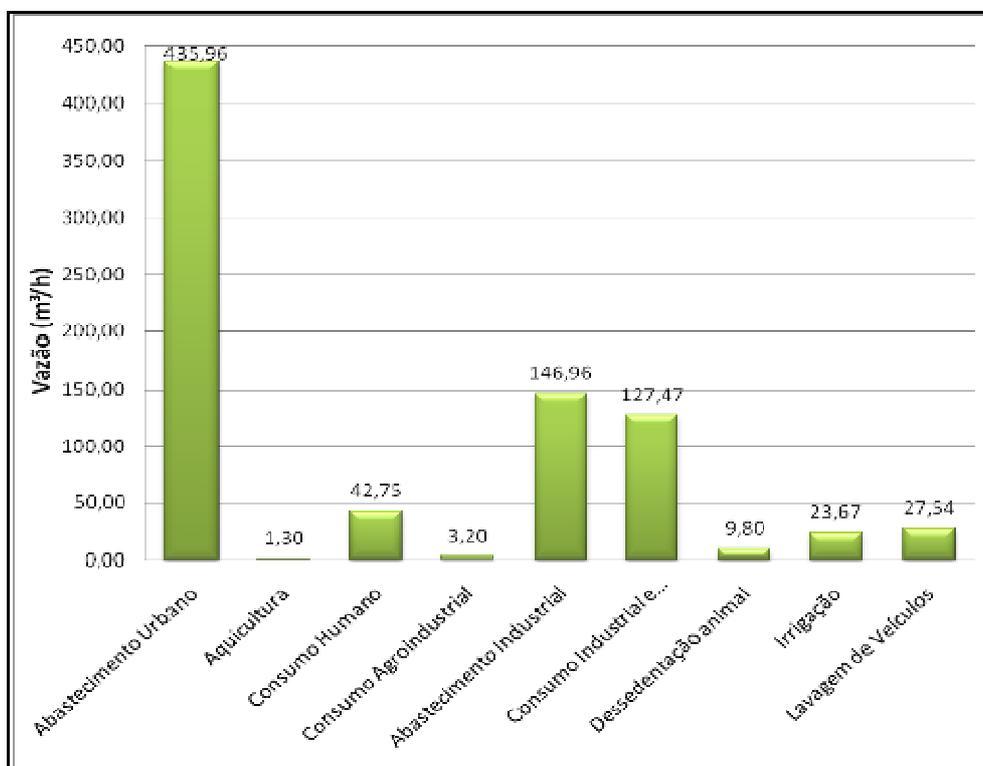


Gráfico 21 – Vazão outorgada para os usos de água subterrânea

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

Os dados obtidos junto ao IGAM representados nos Gráficos 19, 20 e 21 mostram que o principal uso das águas subterrâneas, em termos de vazão, refere-se ao Abastecimento Público.

Os usos de consumo humano e Industrial são outros importantes usos registrados na bacia do Rio Sapucaí.

11.4.1 Evolução Temporal das Outorgas Subterrâneas

A evolução temporal das outorgas subterrâneas na bacia do Rio Sapucaí pode ser visualizada nos Gráfico 22 e 23.

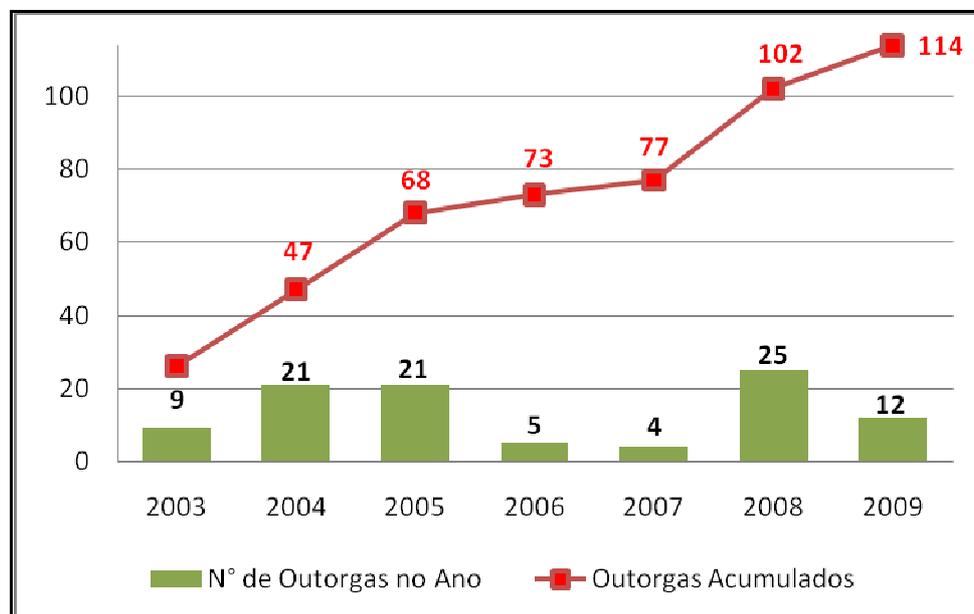


Gráfico 22 – Evolução Temporal do número de Outorgas Subterrâneas na Bacia do Rio Sapucaí.

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

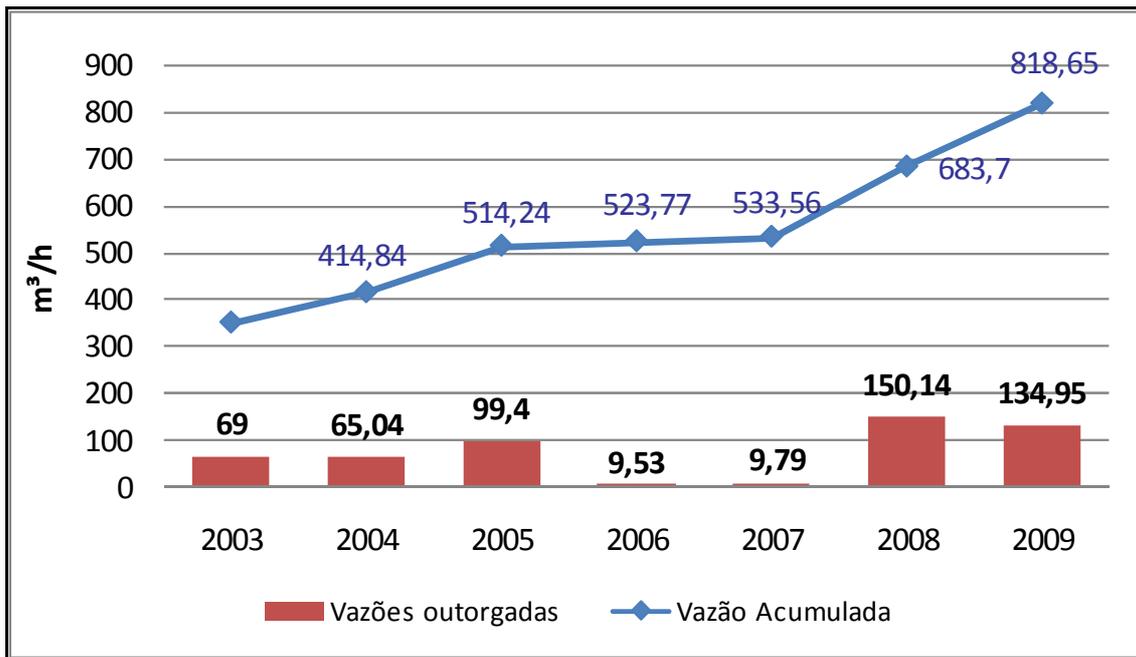


Gráfico 23 – Evolução Temporal das vazões outorgadas nos mananciais subterrâneos da Bacia do Rio Sapucaí

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

Nos anos de 2006 e 2007 percebe-se uma falha nos dados. Isso ocorreu devido ao fato de nestes anos o IGAM teve uma redução no número de funcionários responsáveis pelas análises dos processos de outorga.

Analisando os gráficos e ignorando os anos de 2006 e 2007, nota-se um certo crescimento no número de outorgas concedidas anualmente, visto que o registro de 2009 está inferior ao de 2008 mas só representa metade do ano.

11.5 Comparação entre as evoluções temporais das outorgas superficiais e subterrâneas

O Gráfico 24 apresenta a evolução temporal das outorgas superficiais e subterrâneas na bacia do rio Sapucaí.

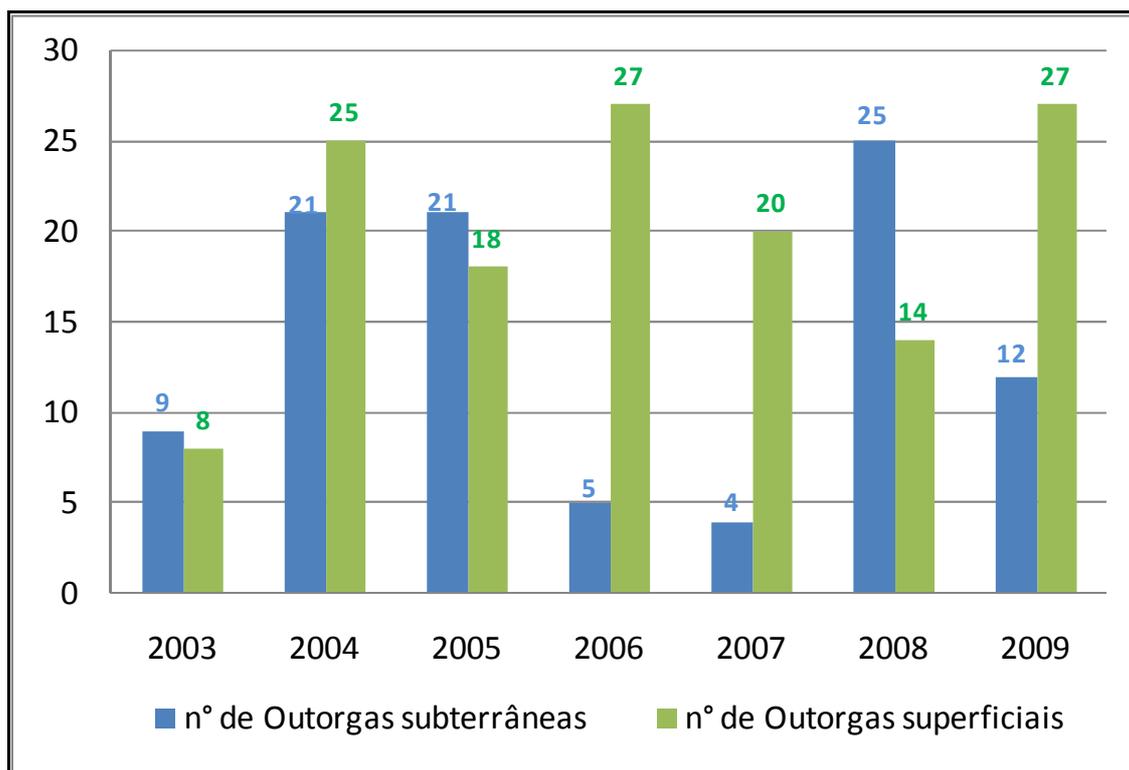


Gráfico 24 - Evoluções temporais das outorgas superficiais e subterrâneas

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

Analisando o Gráfico 24, percebe-se um equilíbrio no número de outorgas nos anos de 2003 a 2005, o que não ocorre nos anos seguintes.

Os dados obtidos junto ao IGAM representados nos Gráficos 19, 20 e 21 mostram que o principal uso das águas subterrâneas, em termos de vazão, refere-se ao Abastecimento Público.

Em função da qualidade das águas subterrâneas¹⁶, a participação das mesmas tende a crescer como está ocorrendo em outros países, principalmente nos mais desenvolvidos (ROCHA, 2009). Outro fator que proporciona tal crescimento refere-se às facilidades deste tipo de captação, pois em geral representam menor distância de

¹⁶ A água captada através de poços tubulares profundos, na maioria das vezes, não precisa ser tratada, bastando apenas à desinfecção com cloro. Isso ocorre porque, nesse caso, a água não apresenta qualquer turbidez, eliminando as outras fases que são necessárias ao tratamento das águas superficiais.

adução e menor recalque até os outros componentes do sistema de abastecimento quando comparada as captações de manancial superficial.

Vale ressaltar que as águas de superfície são as de mais fácil captação e por isso há uma tendência de que sejam mais utilizadas no consumo humano. No entanto sabe-se que menos de 5% da água doce existente no globo terrestre encontram-se disponíveis superficialmente, ficando o restante armazenado em reservas subterrâneas.

Logicamente que nem toda água armazenada no subsolo pode ser retirada em condições economicamente viáveis, principalmente as localizadas em profundidades excessivas e confinadas entre formações rochosas.

O Gráfico 25 compara os principais usos superficiais e subterrâneos em termos de vazão.

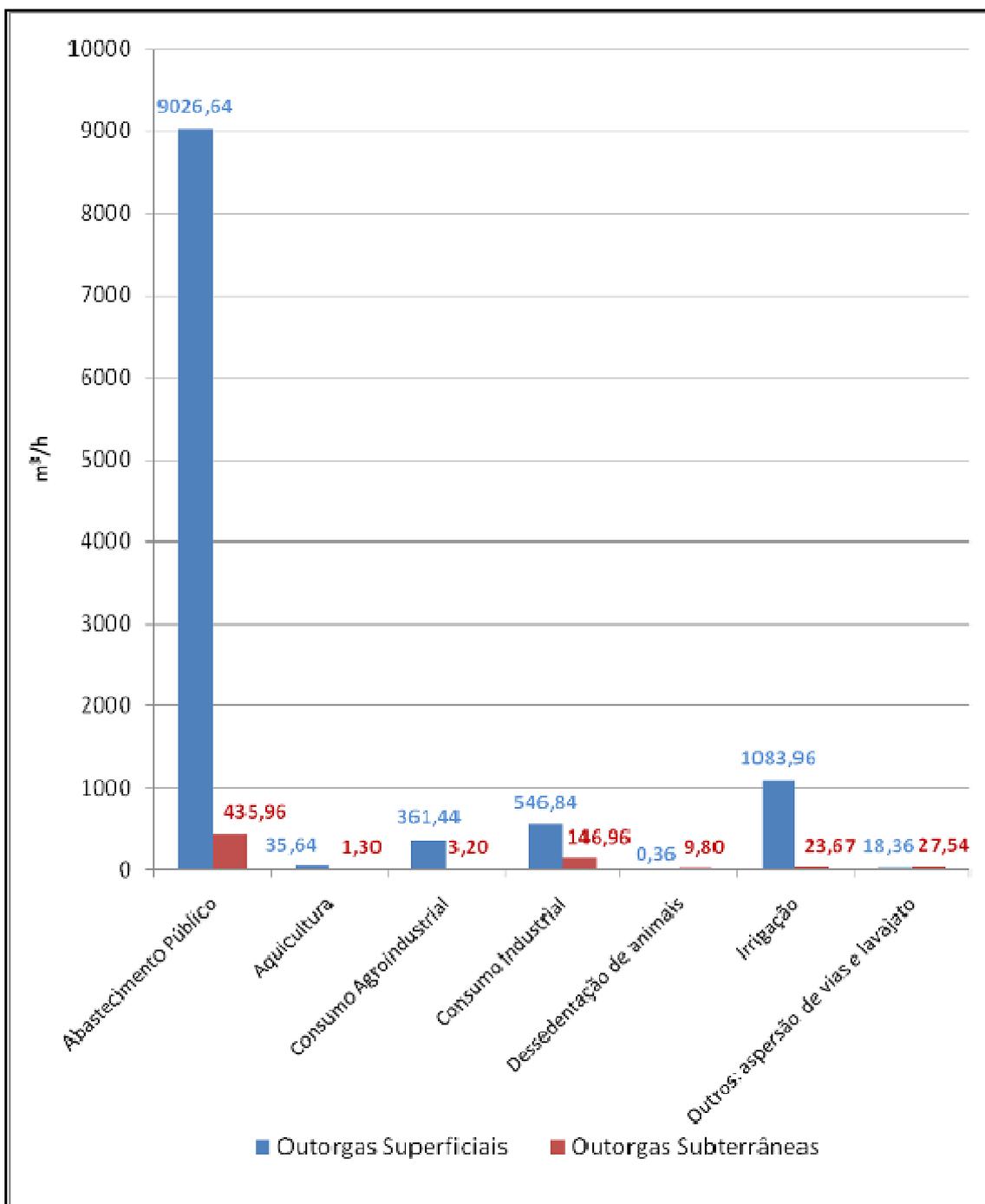


Gráfico 25 – Comparação das vazões das outorgas superficiais e subterrâneas

Nota-se que as vazões superficiais são maiores em praticamente todos os usos representados no gráfico, mostrando que as captações superficiais, em termos de vazão, predominam na Bacia do Rio Sapucaí.

11.6 Certidão de Uso insignificante

Algumas captações de águas superficiais e/ou subterrâneas, bem como acumulações de águas superficiais, não estão sujeitas à outorga. Elas são consideradas de uso insignificante.

A Deliberação Normativa 09/04 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) estabelece critérios que definem os usos considerados insignificantes no Estado de Minas Gerais, sendo necessário, nesse caso, fazer um cadastramento junto ao IGAM.

De acordo com a DN 09/04:

- ✓ As captações e derivações de águas superficiais menores ou iguais a 1 litro/segundo serão consideradas como usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.
- ✓ Para as UPGRH – SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, PA1, MU1, Rio Jucuruçu e Rio Itanhém, serão consideradas como usos insignificantes a vazão máxima de 0,5 litro/segundo para as captações e derivações de águas superficiais.
- ✓ As acumulações superficiais com volume máximo de 5.000 m³ serão consideradas como usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.
- ✓ Para as UPGRH – SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, PA1, MU1, Rio Jucuruçu e Rio Itanhém, o volume máximo a ser considerado como uso insignificante para as acumulações superficiais será de 3.000 m³.
- ✓ As captações subterrâneas, tais como, poços manuais, surgências e cisternas, com volume menor ou igual a 10 m³/dia, serão consideradas como usos insignificantes para todas as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

O procedimento inicial para o cadastro de uso insignificante é o mesmo que o seguido para solicitação de outorga.

Para o levantamento das certidões de uso insignificante utilizou-se os dados disponíveis na página eletrônica do IGAM (<http://www.igam.mg.gov.br>). Os dados disponibilizados pelo IGAM são referentes às certidões até o ano de 2008.

De acordo com os dados disponíveis, foram concedidas 31 (trinta e uma) certidões de uso insignificante superficial e 75 (setenta e cinco) certidões de uso insignificante subterrânea, totalizando 106 certidões (Tabela 71 e Gráfico 26).

Tabela 71 – Certidões de uso insignificante na bacia do Rio Sapucaí

Uso	Nº de outorgas	
	Numero	Porcentagem
Aqüicultura	3	2,83%
Consumo agroindustrial	11	10,38%
Consumo humano	35	33,02%
Consumo industrial	15	14,15%
Dessedentação de animais	16	15,09%
Irrigação	5	4,72%
Lavagem de veículos	21	19,81%
TOTAL	106	100%

FONTE: IGAM 2008 e IGAM 2009

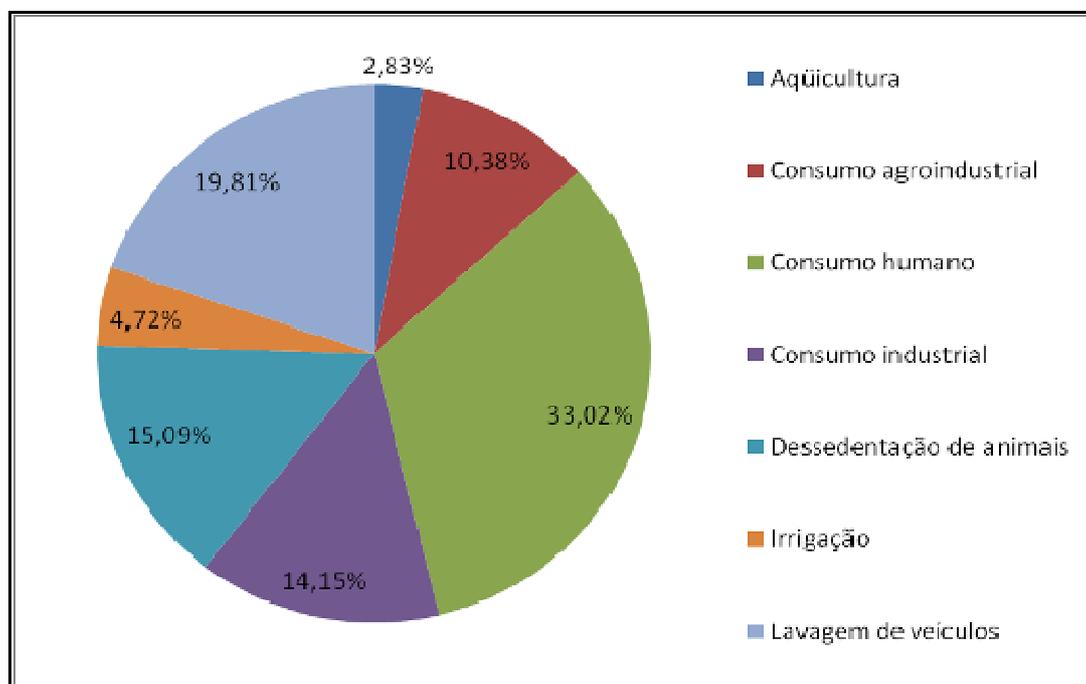


Gráfico 26 – Certidões de uso insignificante na bacia do Rio Sapucaí

FONTE: IGAM 2009

Observa-se que nas informações de uso insignificante o uso Lavagem de Veículos aparece com um número considerável de certidões (21 certidões), ao contrário do que acontece nas outorgas superficiais. Isso se deve ao baixo volume captado por este uso para o funcionamento da referida atividade.

12. DEMANDA HÍDRICA SUPERFICIAL

Para a avaliação da demanda hídrica atual da bacia do Sapucaí foram utilizados os dados de outorgas significantes de usos consuntivos concedidas a nível estadual e federal, disponíveis no sítio do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM até junho de 2009 e no sítio da Agência Nacional das Águas - ANA até dezembro de 2008. Portanto a demanda atual estimada neste estudo considera as outorgas concedidas até esse período mencionado e que estavam disponíveis para análise.

Os resultados consolidados para a bacia de estudo, divididos em Alto, Médio e Baixo Sapucaí, estão contidos na Tabela 72, considerando os principais usos consuntivos tais como: abastecimento urbano, abastecimento industrial, abastecimento rural, dessedentação animal, irrigação e outros. Observa-se na Tabela 72 que a maior demanda encontra-se no Médio Sapucaí, totalizando 1,98 m³/s de vazão outorgada. Observe que apesar de o Baixo Sapucaí ter um maior número de outorgas (44) em relação ao Alto Sapucaí (36), a vazão outorgada do Alto Sapucaí (0,75 m³/s) é maior que a do Baixo (0,52 m³/s).

Tabela 72 – Demandas outorgadas a nível estadual (junho/09) e federal (dez/2008) para os diferentes usos consuntivos.

ALTO SAPUCAÍ	N° de Outorgas		Vazão	
	Número	Porcentagem	m ³ /s	Porcentagem
Consumo industrial	11	30,56%	0,096	12,72%
Consumo Agroindustrial	1	2,78%	0,003	0,40%
Abastecimento Público	16	44,44%	0,592	78,66%
Aqüicultura	1	2,78%	0,006	0,80%
Irrigação	1	2,78%	0,001	0,13%
Dessedentação de animais	1	2,78%	0,000	0,00%
Mineração	4	11,11%	0,054	7,20%
Outros	1	2,78%	0,001	0,09%
Total - Alto Sapucaí	36	100%	0,75	100%
MÉDIO SAPUCAÍ	N° de Outorgas		Vazão	
	Número	Porcentagem	m ³ /s	Porcentagem
Abastecimento público	27	36,49%	1,651	83,41%
Aqüicultura	4	5,41%	0,003	0,17%
Consumo agroindustrial	5	6,76%	0,097	4,92%
Consumo industrial	6	8,11%	0,036	1,82%
Dessedentação de animais	1	1,35%	0,000	0,00%
Irrigação	12	16,22%	0,121	6,14%
Mineração	17	22,97%	0,066	3,31%
Outros	2	2,70%	0,004	0,22%
Total - Médio Sapucaí	74	100%	1,98	100%
BAIXO SAPUCAÍ	N° de Outorgas		Vazão	
	Número	Porcentagem	m ³ /s	Porcentagem
Abastecimento público	9	20,45%	0,265	50,90%
Aqüicultura	3	6,82%	0,001	0,10%
Consumo agroindustrial	0	0,00%	0,000	0,00%
Consumo industrial	4	9,09%	0,020	3,85%
Irrigação	19	43,18%	0,179	34,39%
Mineração	9	20,45%	0,056	10,76%
Total - Baixo Sapucaí	44	100%	0,52	100%
TOTAL DE OUTORGAS	154	Total VAZÃO	3,25	

O Gráfico 27 possibilita a visualização da distribuição dessas vazões outorgadas, contidas na Tabela 72, para a bacia do Sapucaí como um todo, considerando as demandas outorgadas a nível estadual com as de nível federal para os diferentes usos consuntivos.

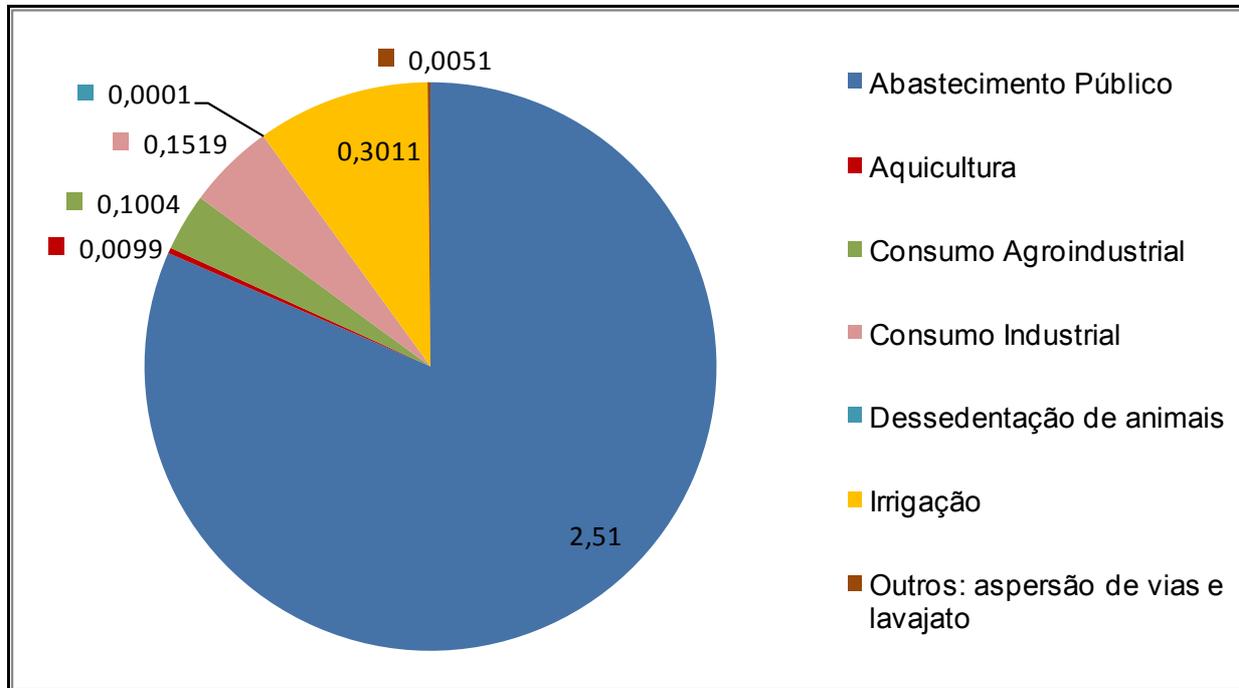


Gráfico 27 – Demandas (vazões em m³/s) outorgadas a nível estadual (junho/09) e federal (dez/2008) para os diferentes usos.

Os dados federais de declarações de outorga foram os mais difíceis de serem obtidos, pois não havia informações atualizadas no banco de dados no sítio do órgão e foi difícil obtê-los até por solicitação direta. Esse é um dos fatos que leva a sugerir que este tipo de estudo, que inclui o levantamento de outorga, deva passar periodicamente por atualizações até que seja solucionado este tipo de problema de defasagem de dados nos sistemas dos órgãos gestores.

Diante disso, é importante que haja um melhor controle por parte dos órgãos gestores de recursos hídricos nas bacias hidrográficas de maior interesse quanto ao registro e atualização dos dados de demanda. O mau gerenciamento das bacias hidrográficas pode ocasionar escassez de água e também de outros recursos naturais das bacias.

O resumo das demandas outorgadas, contendo inclusive o rio/localidade de uso da água, encontra-se no Anexo L – Resumo das Demandas outorgadas. Esses dados auxiliaram no estudo de balanço hídrico.

12.1 Evolução da demanda hídrica superficial

12.1.1 Cenário Tendencial para 10 anos

Para o estabelecimento de um cenário tendencial de uso da água na bacia do rio Sapucaí para 10 anos foi tomado como base o estudo realizado pelo ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico, que, com a participação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, ANA, do Ministério de Minas e Energia – MME e dos Agentes de Geração, responsáveis pelo aproveitamento dessas bacias, desenvolveu em 2003 e 2004, o projeto de revisão das séries históricas de vazões naturais nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN.

Esse projeto trata dos estudos de consistência e reconstituição das séries históricas de vazões naturais e de estimativas de vazões para as atividades de usos consuntivos da água, para as bacias dos rios Paranaíba, Grande, Tietê, Paranapanema, Iguaçu, Paraná, São Francisco e Tocantins.

O estudo realizado procurou estimar as séries das vazões de retirada, de retorno e de consumo para as cinco principais atividades de uso consuntivo da água: irrigação, abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento industrial e dessedentação animal, para cada município das noventa bacias que compõem a área do projeto. Essa estimativa abrange a evolução histórica das séries no período de 1931 a 2001 e, por meio de estabelecimento de cenários evolutivos setoriais, o comportamento dessas séries até 2010.

O estudo adotou como referência preferencial os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e os dados, informações e documentos técnicos da ANA. Além dessas instituições, foram obtidas, quando necessárias, informações do Ministério da Integração Nacional – MI, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MPOG, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, das Secretarias Estaduais de Planejamento e de Recursos Hídricos, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, além de outras instituições nos estados abrangidos nos estudos.

Em relação aos dados do IBGE, foram utilizados dados censitários dos levantamentos realizados em:

- ✓ Censos demográficos: 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000;
- ✓ Censos agropecuários: 1940, 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 e 1996;
- ✓ Censos industriais: 1940, 1950, 1960, 1970, 1975, 1980 e 1985; e
- ✓ Pesquisa industrial anual: 1990, 1995 e 2001.

A coleta de informações necessárias à elaboração da base de dados utilizada para a estimativa das vazões de usos consuntivos incluiu: dados demográficos municipais, dados socioeconômicos municipais, dados da geografia dos municípios, dados da produção industrial dos municípios, dados climatológicos exigidos para o cálculo da evapotranspiração, superfícies irrigadas em cada município, principais projetos de irrigação, nível tecnológico dos produtores das áreas irrigadas, dados estatísticos sobre os rebanhos municipais e localização das principais tomadas para irrigação, consumo urbano e industrial (Brasil, ONS; 2003).

Mais detalhes sobre os dados e informações utilizados nos estudos, bem como o detalhamento das metodologias empregadas para as estimativas das vazões ligadas às cinco maiores atividades de usos consuntivos podem ser consultados em FAHMA/DREER (2003).

O estudo aponta três (3) cenários de desenvolvimento para as bacias anteriormente citadas: cenário tendencial, normativo e ideal. Definidos conforme a seguir:

"Cenário Tendencial - O País continuará enfrentando dificuldades, mantendo a política macroeconômica atual, dificultando o crescimento regional; as bacias de interesse não serão objeto de intervenções diferentes daquelas atualmente em desenvolvimento, sem possibilidades, até o horizonte fixado, de mudar fundamentalmente as tendências determinadas. O mercado interno continuará sendo uma restrição para o crescimento da agricultura irrigada. As exportações crescerão segundo o cenário macroeconômico, sem constituir um elemento decisivo. Os comitês e agências de bacia poderão ser constituídos e a cobrança será instituída, mas sem resultados expressivos. Os recursos arrecadados nas bacias serão parcialmente direcionados para ações em cada uma delas. Os conflitos já existentes agravar-se-ão durante o período, sendo necessário definir

prioridades e impor restrições à utilização dos recursos naturais, em especial a água. A disponibilidade presumida em alguns casos poderá limitar o crescimento da agricultura irrigada e, quando cotejada a sua demanda com a humana e a da geração de energia, poderá ser necessário redirecionar recursos hídricos em algumas localidades, mas as conseqüências, em razão do horizonte fixado, não serão muito importantes."

"Cenário Otimista - *O País cumprirá suas metas macroeconômicas, propiciando o desenvolvimento regional; não serão desenvolvidos planos, programas e projetos além daqueles em andamento e já previstos; as forças restritivas atualmente enfrentadas na implantação dos programas poderão ser removidas, atingindo-se as metas; aquelas propostas para os programas previstos serão também, alcançadas; nos locais de crescimento da atividade econômica produzir-se-á um crescimento demográfico superior à média; as demandas de infra-estrutura física e social poderão ser parcialmente satisfeitas, constituindo, em alguns locais, obstáculo para o crescimento. Os comitês e agências de bacias estarão em funcionamento, a cobrança estabelecida e os recursos serão quase que totalmente dirigidos para a recuperação e preservação das bacias, regularização e aumento da disponibilidade de recursos hídricos para todos os usos. Em locais específicos, os conflitos existentes agravar-se-ão, pois não será possível aumentar a disponibilidade, sendo necessário o reordenamento da utilização da água; algumas áreas atualmente irrigadas deverão reduzir seu consumo, o que poderá ser conseguido pela modernização dos sistemas; é possível que alguma área, de expressão média, seja alijada por falta de recursos hídricos; o crescimento da economia regional gerará empregos, incorporando novos consumidores ao mercado, o qual continuará, apenas parcialmente, restritivo para o crescimento da agricultura irrigada; os blocos comerciais regionais terão se firmado, proporcionando o aumento da exportação de produtos originários do agro. O crédito seguirá sendo um obstáculo importante."*

"Cenário Ideal - *Considerar-se-á que as condições de contorno permitem ultrapassar as expectativas do cenário otimista. Vale destacar, neste caso, o acirramento dos conflitos pelo uso da água em alguns locais, basicamente em função do crescimento da atividade econômica. Neste aspecto o desempenho do setor agrícola terá papel preponderante."*

O estudo da ONS constitui, dentre outras coisas, numa referência técnica para realização de trabalhos relacionados aos usos futuros dos recursos hídricos.

O fato de a sub-bacia do Sapucaí pertencer à bacia do Grande, esta contemplada no estudo da ONS, possibilitou a uniformidade de critérios para a estimativa das demandas futuras de água definidas neste trabalho, da mesma forma que já foi adotada para a elaboração de planos diretores de recursos hídricos de outras bacias pertencentes ao Sistema Elétrico Nacional.

Neste sentido, este relatório utilizou taxas anuais de crescimento econômico de 2004 até 2020. Neste plano diretor será considerado apenas o cenário mais crítico do ponto de vista do consumo, que é o cenário ideal. A Tabela 73 apresenta essas taxas para os diversos usos de 2004 até 2007, que foi o estabelecido no estudo da ONS. A partir daí, fez-se uma extrapolação considerando-se a taxa de crescimento constante e igual a do ano de 2007 até o ano de 2020.

Neste estudo será considerado, portanto, o cenário de evolução da demanda dos próximos 10 anos.

Tabela 73 – Taxas de crescimento(em %) para os usos consuntivos de água outorgados na bacia do rio Sapucaí considerando um cenário ideal. Período 2004-2020.

Tipo de Uso	Ano																
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Abastecimento Urbano	3,25	4,0	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Abastecimento Rural	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Dessedentação Animal	0,72	0,90	0,96	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Abastecimento Industrial	1,02	1,50	2,10	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
Irrigação	3,53	4,62	5,28	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95



Em seguida, a Tabela 74 apresenta a evolução da demanda futura de água na bacia aplicando-se as taxas de crescimento do consumo da Tabela 73, considerando as demandas outorgadas pelo IGAM em um horizonte de interesse nesse estudo de 2009 a 2020. Da mesma forma, a Tabela 75 apresenta essa evolução considerando as demandas outorgadas estaduais e federais, ou seja, a demanda total outorgada na bacia.

Tabela 74 - Evolução da demanda outorgada de 2009 até 2020, em m³/s (demandas outorgadas pelo IGAM).

Tipo de Uso	Ano											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Abastecimento Urbano ¹	2,078	2,172	2,269	2,372	2,478	2,590	2,706	2,828	2,955	3,088	3,227	3,373
Abastecimento Rural ²	0,110	0,1103	0,1104	0,1104	0,1104	0,1105	0,1105	0,1105	0,1106	0,1106	0,1106	0,1107
Dessedentação Animal	0,000100	0,000101	0,000102	0,000103	0,000104	0,000105	0,000106	0,000107	0,000108	0,000110	0,000111	0,000112
Abastecimento Industrial ³	0,1108	0,113	0,116	0,119	0,122	0,125	0,128	0,131	0,134	0,138	0,141	0,144
Irrigação	0,258	0,273	0,289	0,306	0,325	0,344	0,365	0,386	0,409	0,434	0,459	0,487
Total	2,56	2,67	2,79	2,91	3,04	3,17	3,31	3,46	3,61	3,77	3,94	4,11

¹ Considerar o consumo Lavajato e aspensão de vias
² Considerar o consumo na Aquicultura e setor Agroindustrial
³ Considerar o consumo Industrial e Mineração

Tabela 75 - Evolução da demanda outorgada de 2009 até 2020, em m³/s (demandas outorgadas pelo IGAM e ANA).

Tipo de Uso	Ano											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Abastecimento Urbano ¹	2,512	2,625	2,744	2,867	2,996	3,131	3,272	3,419	3,573	3,734	3,902	4,077
Abastecimento Rural ²	0,1103	0,1103	0,1104	0,1104	0,1104	0,1105	0,1105	0,1105	0,1106	0,1106	0,1106	0,1107
Dessedentação Animal	0,000100	0,000101	0,000102	0,000103	0,000104	0,000105	0,000106	0,000107	0,000108	0,000110	0,000111	0,000112
Abastecimento Industrial ³	0,328	0,336	0,344	0,352	0,361	0,370	0,379	0,388	0,397	0,407	0,417	0,427
Irrigação	0,301	0,319	0,338	0,358	0,379	0,402	0,426	0,451	0,478	0,507	0,537	0,569
Total	3,25	3,39	3,54	3,69	3,85	4,01	4,19	4,37	4,56	4,76	4,97	5,18
¹ Considerar o consumo Lavajato e aspensão de vias ² Considerar o consumo na Aquicultura e setor Agroindustrial ³ Considerar o consumo Industrial e Mineração												

De forma geral, pode-se observar da evolução das demandas totais outorgadas por uso na bacia do Sapucaí (Tabela 75) que:

- ✓ A demanda por Abastecimento Urbano passa de 2,51m³/s em 2009 para 3,27m³/s em 2015 e, para 4,08m³/s em 2020.
- ✓ A demanda por Abastecimento Rural passa de 0,1103m³/s (110,3L/s) em 2009 para 0,1105m³/s (110,5L/s) em 2015 e, para 0,1107 m³/s (110,7L/s) em 2020. Percebe-se que não há uma tendência considerável de crescimento de demanda.
- ✓ A demanda para Dessedentação Animal passa de 0,00010m³/s (0,10 L/s) em 2009 para 0,000106 m³/s (0,106L/s) em 2015 e, para 0,000112 m³/s (0,112L/s) em 2020.
- ✓ A demanda por Abastecimento Industrial passa de 0,328 m³/s em 2009 para 0,379 m³/s em 2015 e, para 0,427 m³/s em 2020.
- ✓ A demanda por irrigação passa de 0,301 m³/s em 2009 para 0,426 m³/s em 2010 e, para 0,569 m³/s em 2020.

A demanda total passa de 3,25 m³/s em 2009 para 5,18 m³/s em 2020, o que representa um acréscimo de quase 2 m³/s ou 2000 L/s neste período de 10 (dez) anos. Daí a importância dessa previsão para um planejamento futuro de controle do uso da água nessa bacia.

O Gráfico 28 ilustra a evolução das demandas outorgadas por uso na bacia. Observa-se que o abastecimento urbano é o maior uso na bacia e nota-se nitidamente o crescimento dessa demanda. Diante disso, é importante que os órgãos gestores façam o controle adequado dessa atividade.

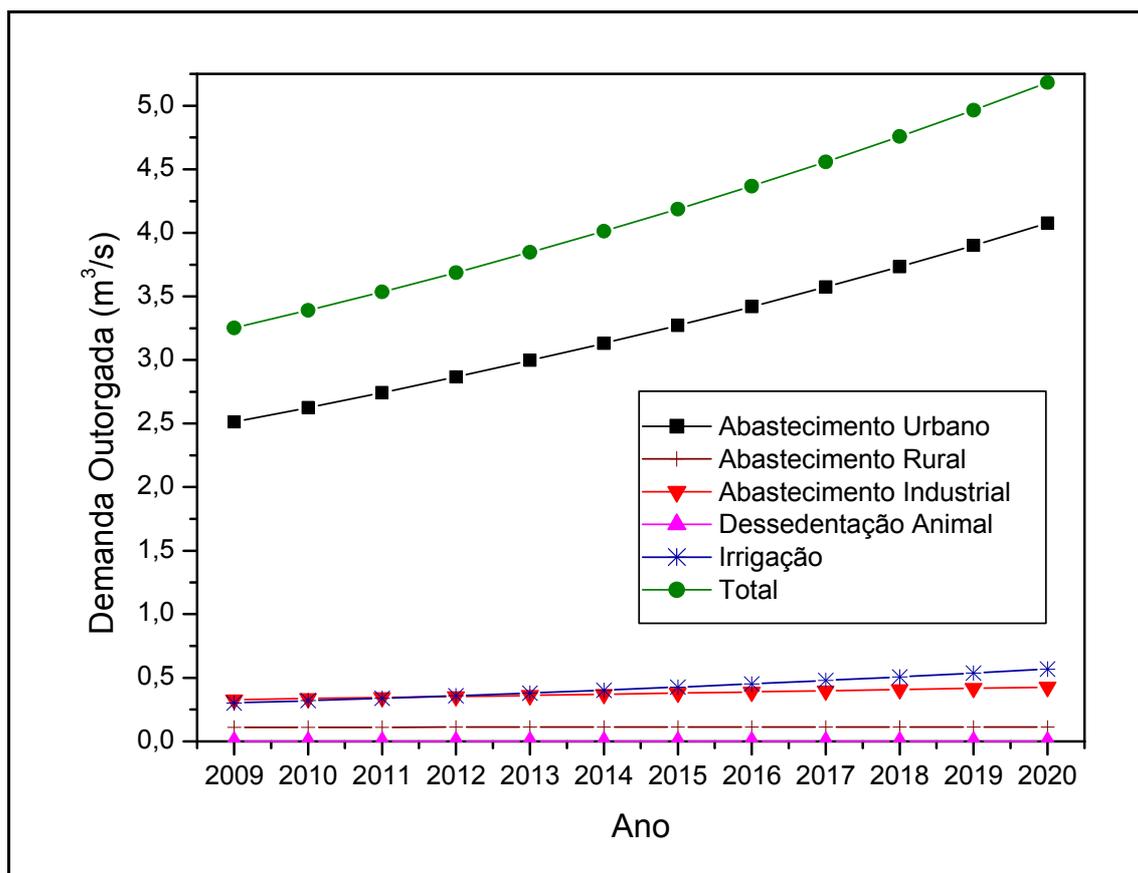


Gráfico 28 – Evolução da demanda outorgada de 2009 até 2020, em m³/s (demandas outorgadas pelo IGAM – jun/09 e ANA-dez/09).

12.2 Conclusões

O estudo de demanda bem como o de tendência de consumo hídrico em uma determinada bacia é importante do ponto de vista do controle e racionamento do uso pelo órgão gestor. Há também a necessidade desses órgãos de considerar essa evolução de demanda com a disponibilidade hídrica dessa mesma bacia para que o consumo não ultrapasse os limites estabelecidos pela legislação e, conseqüentemente, não ocasione problemas de conflito pelo uso da água. A abordagem sobre o assunto será feita no capítulo que tratará de balanço hídrico.

Neste trabalho foi adotada uma metodologia de extrapolação de dados que, muito provavelmente, deve embutir erros, tendo em vista que foi necessário adotar a taxa de crescimento constante a partir de 2007. Entretanto as estimativas de cenário propostas correspondem ao único estudo de projeção disponível para a região onde a bacia hidrográfica do rio Sapucaí se encontra. Por esse e outros motivos verificou-se que estudos dessa natureza devem ser melhorados continuamente, de forma sistemática, em intervalo curto de tempo de forma a tornar possível o aperfeiçoamento

da metodologia utilizada para previsão de taxas de crescimento de usos consuntivos e a utilização de dados mais atualizados e precisos.

Importante destacar que muito provavelmente o uso na bacia hoje é bem diferente do que se tem outorgado. Um exemplo disso foi o resultado da Campanha de Regularização realizada pelo IGAM que, apesar dos dados não terem sido tratados, mostra que existem usos não outorgados em grande quantidade (aproximadamente 21.000 cadastros). Somente seria possível fazer uma comparação dos resultados dos cadastros realizados na campanha com os usos já outorgados caso esses cadastros tivessem sido tratados adequadamente pelos órgãos gestores e de fato, com valores de vazões de consumo verdadeiros. Ou seja, os dados brutos, até mesmo com respostas dos entrevistados, muitas vezes inadequadas, só permitem ter uma visão geral da situação e a certeza da necessidade de se atualizar o banco de dados de outorgas emitidas e das demandas não outorgadas. O fato é que, se compararmos o número de outorgas significantes superficiais regularizadas, 166 outorgas, com o número de cadastros não regularizados, aproximadamente 21.000, veremos que a situação na bacia é preocupante em termos de demanda de água. É claro que, muitos dos cadastros da campanha realizada pelo IGAM são de usos insignificantes, mas que quando somados, podem tornar-se significantes. Isso fortalece a informação de que o uso na bacia hoje possui um perfil diferente quando da regularização desses pontos cadastrados pela campanha do IGAM.

Uma atualização do estudo da ONS utilizando-se dados e metodologias mais recentes serviria, por exemplo, como ponto de partida para se propor a evolução de demanda até mesmo para um período de tempo superior ao estabelecido neste trabalho.

Por último, espera-se que haja um maior esforço por parte dos órgãos ambientais em geral e, em especial, dos órgãos gestores de recursos hídricos para transformar o seu banco de dados numa ferramenta de uso mais confiável e atualizado. Vale ressaltar que a efetiva participação dos usuários buscando regularizar o seu uso é necessária para a construção desse banco de dados desejável.

13. BALANÇO HÍDRICO SUPERFICIAL

O estudo de balanço hídrico superficial de uma bacia hidrográfica compara a disponibilidade hídrica com a demanda superficial (consumo). Para tanto se adota uma vazão que representa uma situação crítica em termos de oferta hídrica. Os valores de demandas outorgáveis são frações dessas vazões de referência, que, no estado de Minas Gerais (IGAM) é a vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos, $Q_{7,10}$, e a nível federal (ANA) é a $Q_{90\%}$.

Conforme já mencionado neste Plano Diretor a máxima vazão outorgável para captação definida pelos órgãos outorgantes estadual e federal, é de 30% da $Q_{7,10}$.

Aqui o balanço hídrico será feito entre as vazões mínimas de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) e as demandas hídricas outorgadas em pontos notáveis ao longo da bacia do Sapucaí. Esses valores serão apresentados mais adiante.

A Figura 48 permite a visualização desses pontos, outrora mostrados, porém, aqui também é possível visualizar as outorgas, detalhadas no capítulo de demanda hídrica, espacializadas ao longo da bacia do Sapucaí.



Os resultados consolidados do balanço hídrico para os pontos notáveis da bacia estão contidos na Tabela 76. Complementarmente, a penúltima e última colunas apresentam as relações existentes entre a demanda outorgada e a vazão disponível ($Q_{7,10}$) e entre vazão máxima outorgável naquele ponto segundo a legislação vigente (30% da $Q_{7,10}$), respectivamente.

Os resultados dessas últimas colunas possibilitam comparar as demandas outorgadas (com registro disponível até o momento) com a vazão disponível, por sub-bacia (a área de drenagem de cada uma dessas sub-bacias estão contidas na mesma tabela).

Tabela 76 – Comparação da disponibilidade hídrica em termos de $Q_{7,10}$ em pontos notáveis da bacia do Sapucaí x Demanda Hídrica outorgada.

Pontos	Sub-bacia/Rio	A_d (km ²)	Disponibilidade $Q_{7,10}$ (m ³ /s) [1]	30% $Q_{7,10}$ (m ³ /s) [2]	Demanda Outorgada (m ³ /s) [3]	Balço Hídrico (m ³ /s) [2]-[3]	Relação [3]/[1]	Relação [3]/[2]
1	Lourenço Velho	562,0	4,3	1,30	0,041	1,26	0,9%	3,1%
2	Sapucaí	1882,5	15,9	4,77	0,567	4,20	3,6%	11,9%
3	Vargem Grande	404,9	1,3	0,39	0,04	0,35	3,1%	10,3%
4	Capivari	423,5	1,6	0,48	0,021	0,46	1,3%	4,4%
5	Itaim	678,1	2,3	0,69	0,255	0,44	11,0%	36,8%
6	Sapucaí-Mirim	1404,9	5,0	1,50	0,119	1,38	2,4%	7,9%
7	Sapucaí-Mirim	2237,3	7,8	2,34	0,703	1,64	9,0%	30,1%
8	Mandu	401,5	1,5	0,45	0,445	0,00	30,0%	100%
9	Sapucaí-Mirim	2794,6	9,6	2,89	1,153	1,74	12,0%	39,9%
10	Cervo	513,5	1,9	0,56	0,044	0,52	2,3%	7,8%
11	Sapucaí	2818,8	16,4	4,93	1,294	3,64	7,9%	26,2%
12	Sapucaí	6699,6	32,1	9,63	2,537	7,09	7,9%	26,3%
13	Turvo	563,6	2,0	0,61	0,095	0,52	4,6%	15,4%
14	Dourado	356,4	1,3	0,40	0,100	0,30	7,5%	25,1%
15	Sapucaí	8141,8	38,6	11,59	2,954	8,64	7,6%	25,5%
16	Sapucaí	8856,3	42,2	12,7	3,25	9,41	7,7%	25,7%

Dentre os resultados apresentados na Tabela 76 destaca-se que, ao se analisar o valor mostrado na penúltima coluna, para a sub-bacia do rio Mandu (Ponto Notável 8), esta já utiliza a demanda máxima outorgável de 30% da $Q_{7,10}$ disponível para toda a sub-bacia. Para este mesmo ponto quando se avalia o indicador balanço hídrico, o valor zero sinaliza que esta sub-bacia requer uma ação urgente visando, sobretudo, evitar possíveis conflitos de uso desse manancial. A última coluna, que relaciona a demanda atual outorgada com a máxima outorgável, confirma essa análise, tendo em vista que a relação neste ponto foi de 100%. A interpretação dos demais pontos pode ser feita de forma análoga.

Diante dessa análise, é sugerido que os órgãos gestores de recursos hídricos avaliem o balanço hídrico em sub-bacias dentro de uma bacia maior ou em casos como esse, que o critério de outorga seja reavaliado, de modo a compatibilizar as necessidades dos ocupantes da bacia (demanda hídrica) com as necessidades ambientais dos cursos de água (vazão ecológica).

O ponto notável 16 localiza-se próximo à seção exutória da bacia, representando o local onde se acumulam todas as demandas outorgadas da bacia do Sapucaí. Percebe-se que cerca de $\frac{1}{4}$ do limite da vazão outorgável (30% da $Q_{7,10}$) nesse ponto já vem sendo utilizado pelos usos outorgados. Se considerarmos a hipótese de que grande parte dos usos ainda não foram outorgados, esse quadro pode tornar-se preocupante. Com certeza o volume de água utilizado é bem maior que o efetivamente outorgado. O cadastro realizado pelo IGAM dá indícios de que isso ocorre.

Destaca-se novamente a importância dos órgãos gestores de recursos hídricos de estarem cada vez mais adquirindo Sistemas de Informações Georreferenciados, e outros Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos sofisticados que possibilitem um maior controle desses usos em uma bacia hidrográfica.

O estudo apresentado neste capítulo ressalta a importância de se ter um banco de dados confiáveis de demandas outorgadas e que possa estar disponível e de fácil acesso para pesquisadores e profissionais que buscam contribuir para a solução de problemas enfrentados na bacia.

Por último, entende-se que a emissão da declaração de outorga efetuada pelo órgão competente deve ser uma ação efetiva e constante dentro da bacia, devendo esses órgãos, inclusive, aumentar a busca de parcerias junto a gestores locais que atuam nessa área e que são responsáveis por licenciamento de atividades que também requerem essas declarações para colaborarem nesta ação. Certamente isso já vem sendo feito em algumas

localidades da bacia do Sapucaí, mas é importante que isso ocorra em todos os municípios que pertencem às regiões do Alto, Médio e Baixo Sapucaí.

É importante lembrar que as informações relativas às águas subterrâneas não foram consideradas neste balanço. Isso porque, a modelagem do comportamento das águas subterrâneas para se definir a sua origem e assim, ser contabilizada a sua retirada do sistema, é extremamente complexa, necessitando de um estudo específico para isto.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. *Climatologia de Estação Chuvosa de Minas Gerais: De Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul*. Revista Geonomos, nº 1, volume VI. Belo Horizonte, MG. 1998

Atlas de saneamento. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/index.html. Acesso em: 28 mai. 2009.

Atlas Digital das Águas de Minas: Uma ferramenta para o planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos.- Fundação Rural Mineira - Ruralminas/UFV/ IGAM - Belo Horizonte/MG. <Disponível em <http://www.hidrotec.ufv.br> e também em CD-ROM>.

AUGUSTO, Hélder dos Anjos e BRITO, Fausto. *O papel da mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais na migração interestadual*. ABEP, XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, 2008. 20p. Disponível em http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/.../ABEP2008_1271.pdf.> Acesso em 14 Mai. 2009.

Barbosa Junior. *Notas de Aula*. Departamento de Engenharia Civil. UFOP, ouro Preto, 2000.

BERALDO, Ana Maria et. al. **Sapucai, o Caminho das Águas**. Pouso Alegre, 1996

BRASIL, Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS. *Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN*. Brasília: 2003.

CAMARGOS, R.M.F. *Unidades de Conservação em Minas Gerais: levantamento e discussão*. Publicações avulsas da Fundação Biodiversitas, n.2. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 2001.

CARVALHO, L.M.T. de; Scolforo, j.r.s.; oliveira, a.d. de; mello, j.m. de; oliveira, l.t. de; cavalcanti, h.c. de & vargas-filho, r. de. *Atlas digital da flora nativa e reflorestamentos de Minas Gerais*. Lavras, Editora UFLA, 2005. CD-ROM. 1 atlas.

CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. 1983. *Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais*. CETEC, Belo Horizonte.

CLEARY, Robert W. *Águas subterrâneas*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 1989.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. *Resoluções CONAMA 1986-991*. Brasília: IBAMA, 1992.

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Atualização dos estudos e elaboração do projeto básico das obras de defesa contra inundações na Bacia do Rio Sapucaí, Relatório N.º 5 - Estudos Ambientais Preliminares, Belo Horizonte, Mimeo. Dez. 2001.

CPTI. COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS. Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Serra da Mantiqueira – UGRHI 1: Relatório técnico final. São Paulo, 2003.

Drummond, G.; Martins, C.S.; Machado, A.B.M.; Sebaio, F.A. & Antonini, Y. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 2005.

EPAMIG. Empresa de Pesquisa agropecuária de Minas Gerais. <http://www.epamig.br/index>.

ESRI. *ArcGIS*® 9.2. New York, Environmental Systems Research Institute Inc, 2006

ESSE, Engenharia e Consultoria. Relatório e plano de controle ambiental – Sistema de contenção de enchentes. Belo Horizonte, MG, maio/2008.

ESTADO DE MINAS. Acordo militar entre Brasil e França beneficia a Helibrás. *Jornal Estado de Minas*, 09 de setembro 2009. Disponível em http://www.uai.com.br/UAI/html/sessao_4/2009/09/09/em_noticia_interna,id_sessao=4&id_noticia=126526/em_noticia_interna.shtml. Acesso em Set. 2009.

FAHMA/DREER. “Relatório Final – Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN”. Relatório Técnico, Consórcio FAHMA/DREER – FAHMA Planejamento e Engenharia Agrícola e DREER Engenheiros Associados, Brasília. 2003.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS Perfil econômico de Minas Gerais, 2009. Disponível em <www.fiemg.org.br> . Acesso em 02 Jul. 2009

FUNCAÇÃO JOÃO PINHEIRO, Centro de Estatísticas e Informações. Disponível em <<http://www.fjp.mg.gov.br>> . Acesso em: 28 mai. 2009.

Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. 2005. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. Pp 3-11. In: *Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas*. Belo Horizonte, Fundação SOS Mata Atlântica/Conservation International.

GERDENITS, A.; AFFONSO, A. & STECH, J.L. Cenários de ocupação do solo fundamentados no Código Florestal Brasileiro em um fragmento contínuo de Mata Atlântica localizado na divisa estadual de Minas Gerais e São Paulo mediante aplicação de técnicas de geoprocessamento. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, p. 2673-2680, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 mai. 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Série manuais técnicos em Geociências. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: *Atlas Nacional do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

ICMBio-MMA. 2009. Parque Nacional Altos da Mantiqueira: proposta de criação. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/ChicoMendes/consultaPublica/downloads/Proposta_PARNA_Altos_da_Mantiqueira_01.pdf>. Acesso em: 07 Dez 2009.

IGA - Instituto de Geociências Aplicadas. *Levantamento geoambiental das Regiões do Médio e Alto Rio Sapucaí e Alto Rio Pardo*. IGA/FAPEMIG, Belo Horizonte, 2007.

IGAM – Campanha de Regularização do Uso dos Recursos Hídricos em Minas Gerais/2009

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Projeto Águas de Minas Relatório Anual 2007*. IGAM, Belo Horizonte, 2007.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Projeto Águas de Minas. Relatório Anual 2008*. IGAM, Belo Horizonte, 2008.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Projeto Águas de Minas: Relatório 1ª campanha de Monitoramento 2009*. IGAM, Belo Horizonte, 2009.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório de Encerramento das Atividades do Fhidro em 2007. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/fhidro/documentos>. Acesso em 02 Jul. 2009.

INMET/MAPA. Instituto Nacional de Meteorologia. *Normais climatológicas (1961-90)*. Brasília, 1992. 84p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Produção de frutas por estado. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/producaobrasileiradefrutasporestado2007.pdf>> Acesso em: 18 Jun. 2009.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE MINAS GERAIS (INDI), Perfis Municipais. Disponível em: <https://indi.redirectme.net/sistema_integrado/cake_1.1.15.5144/index.php/mon/mon_perfis/view/225>. Acesso em 16 Jun. 2009.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS. Levantamento Geoambiental das Regiões do Médio e Alto Rio Sapucaí e do Alto Rio Pardo. IGA, Governo do Estado de Minas Gerais, Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. 2007.

LINS, Priscilla M. G. e VILELA Pierre S. (coord.). Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005: relatório de pesquisa. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 156 p.: il.

LOUSADA, Enéas Oliveira et al. Integração de dados geológicos, geofísicos e de sensoriamento remoto para a locação de poços tubulares em aquíferos fraturados. UNESP, Geociências. V. 24. n 2, p. 173-180, 2005.

MAGALHÃES A. P. Jr; DINIZ, A. A: *Padrões e direções de drenagem na bacia do Rio Sapucaí - Sul de Minas Gerais*. Simpósio de Geografia Física Aplicada, 7, Curitiba, 1997, Anais... Curitiba: UFPR (CD- ROM)

MAGMA ENGENHARIA. Estudos ambientais preliminares da bacia do Sapucaí. Belo Horizonte, MG, 2001.

MAIA, J.L ; MAUAD, F. F. ; Barbosa, A. A. Estabelecimento de vazões de outorga na Bacia Hidrográfica do Alto Sapucaí, com a Utilização de Sazonalidade. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Itajubá. 2003.

MARSON, Michel Deliberali e BELANGA, Tatiana Pedro Colla. Indústria Mineira e Paulista Na Década De 1930: Concentração com Integração. CEDEPLAR, UFMG, 2006 Disponível em <https://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2006/d06a071.pdf>. Acesso em 02 Jul. 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Datasus. Cadernos de Informações de Saúde Minas Gerais Disponível em: < <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/mg.htm>> Acesso em 02 Jul. 2009.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2007. Disponível em www.snis.gov.br. Acesso em 02 Jul. 2009.

MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N. & MITTERMEIER, C.G. (Eds.). *Hotspots: earth s biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. México, CEMEX/Conservation International, 2000.

MMA/SBF. 2002. *Biodiversidade Brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente/SBF.

MORSELLO, C. *Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo*. São Paulo: Ed. Annablume: FAPESP. 344p, 2001.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature 403: 853- 858

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989. 421p.

Outorgas emitidas pela ANA < disponível em www.ana.gov.br>.

Outorgas emitidas pelo IGAM < disponível em <http://www.igam.mg.gov.br>>.

PASCOAL, Isaías. Economia e trabalho no sul de Minas no século XIX. Economia e Sociedade, Campinas, v. 16, n. 2 (30), p. 259-287, ago. 2007.

PELEGRINI, Djalma F., SIMÕES, Juliana C., PAIVA, Bolívar M. Diagnóstico da fruticultura do estado de Minas Gerais. Série Documentos, N^o. 44. Belo Horizonte: EPAMIG, 2009.

Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos municípios brasileiros 2008. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2008/munic2008.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2009.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas: resumo executivo. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte. 2004.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Paracatu: resumo executivo. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu. Belo Horizonte. 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE POUSO ALEGRE. Relatório de Danos Relacionados à Enchente na área de Saúde. Secretaria Municipal de Saúde. Mimeo. Março, 2009.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>>. Data de acesso: 10 Mar. 2009.

Ratter, J.A.; Ribeiro, J.F. & Bridgewater, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* v. 80, n.3: 223-230.

Relatório de Análise - água bruta. CBH Sapucaí, Itajubá, fev. 2005, mimeo.

Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomia do bioma Cerrado. Pp. 89-166. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (Eds.). *Cerrado ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA.

RIZZINI, C.T. 1979. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos. São Paulo, Hucitec/Edusp.

ROCHA, Luiz Antonio Batista. Água subterrânea – Abastecimento dos Municípios. 2009

SABÓIA, João. Desconcentração industrial no Brasil nos anos 90: um enfoque regional. *Pesquisa, Planejamento e Economia*, v. 30, n. 1, abr. 2000.

Santos, R. M. & Vieira, F. A. Análise estrutural do componente arbóreo de três áreas de Cerrado em diferentes estágios de conservação no município de Três Marias, MG, Brasil. *Cerne*, v.11, n.4, p.399-408, 2005.

SCOLFORO, J.R.S.; CARVALHO, L.M.T. & OLIVEIRA, A.D. (eds.). Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: componentes geofísico e biótico. Lavras: Editora UFLA, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. Plano Diretor de Regionalização. Disponível em: http://www.saude.mg.gov.br/politicas_de_saude/plano-diretor-de-regionalizacao-pdr. Acesso em 02 Jul. 2009.

SIDRA. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 mai. 2009.

Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Disponível em www.datasus.gov.br. Acesso em 02 Jul. 2009.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em 03 Nov. 2009.

Tabela da Disposição de Resíduos Sólidos em Minas Gerais. Disponível em: <
http://www.feam.br/images/stories/arquivos/minassemlixoes/situacao_dez-2008%5B1%5D.pdf>.

Acesso em Acesso em 03 Nov. 2009.

TUCCI, C.E.M, org. Hidrologia, Ciência e Aplicação. Ed.da Universidade – UFRGS/Ed.da Universidade de São Paulo – EDUSP/ ABRH. 1993.

Veloso, H.P.; Rangel, A.L.R. & Lima, J.C.A. *Classificação da vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1991.

WETZEL, R. G. Reservoir ecosystems: conclusions and speculations. In: THORTON, K. W.; KIMMEL, B. L; PAYNE (Ed). Reservoir limnology: ecological perspective. New York: J. Wiley, 1990.

ZAÚ, A.S. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. *Floresta e Ambiente*, vol. 5, n. 1, 160-170, 1998.



15. ANEXOS

15.1 ANEXO A – Mapa Hipsométrico

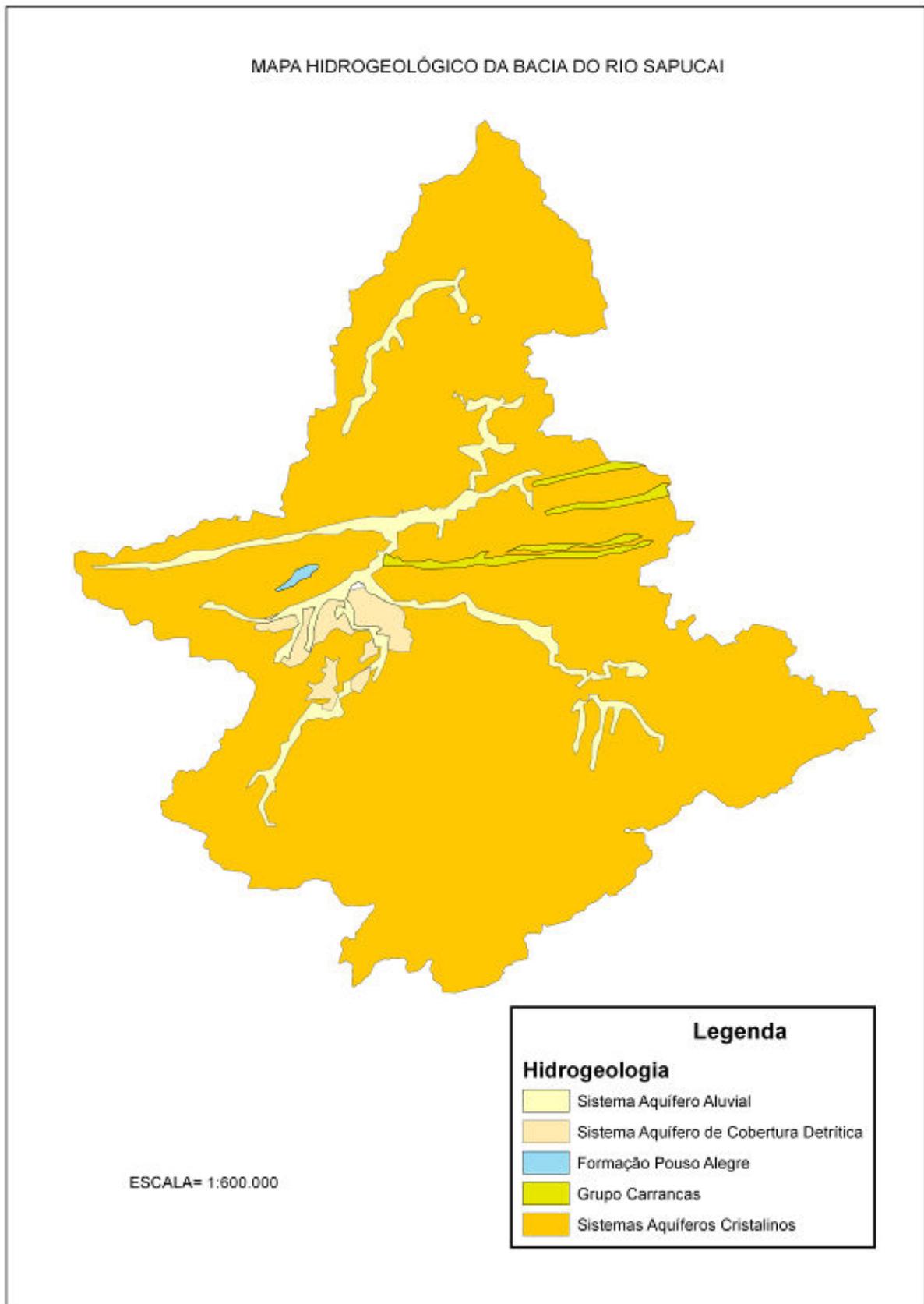


15.2 ANEXO B – Mapa Geológico

Fonte: Mapa do Estado de Minas Gerais, de 2003, editado pela CPRM e CODEMIG



15.3 ANEXO C – Mapa Hidrogeológico





15.4 ANEXO D – Processos Minerais na Bacia do Rio Sapucaí



15.5 ANEXO E - Séries históricas das estações metereológicas presentes na Bacia do Sapucaí

Município: Borda da Mata Responsável:ANA Código da estação: 02246127			Município: Camanducaia Responsável:ANA Código da estação: 02246057			Município: Cambuí Responsável:ANA Código da estação: 02246050		
DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)
1970	0	0	1970	0	0	1970	1658	138,16
1971	0	0	1971	0	0	1971	1104,8	92,06
1972	0	0	1972	0	0	1972	0	0
1973	0	0	1973	0	0	1973	0	0
1974	0	0	1974	0	0	1974	1234,3	
1975	0	0	1975	1252,2	104,3	1975	1393,9	116,15
1976	2045,1	170,42	1976	2231,4	185,9	1976	2058	171,5
1977	1619,9	134,9	1977	1257,6	104,8	1977	1426	118,8
1978	1309,1	109,09	1978	1228,8	102,4	1978	0	0
1979	1381,9	115,5	1979	1438	119,8	1979	1590,9	132,5
1980	1702,8	141,9	1980	1680,4	140	1980	1691,7	140,9
1981	1901	158,4	1981	1464,4	122	1981	1614,8	134,56
1982	1808,2	150,6	1982	2004,1	167	1982	2087,2	173,93
1983	2480,7	206,7	1983	2230,6	185,8	1983	2324,8	193,73
1984	982,2	81,8	1984	1164,1	97	1984	987,3	82,27
1985	1639,8	136,6	1985	1405,8	117,15	1985	1215,4	101,28
1986	1867,4	155,6	1986	1615,9	134,6	1986	1564,7	127,22
1987	1300,2	108,3	1987	1508,1	125,67	1987	1196,7	99,72
1988	1411	117,5	1988	0	0	1988	1506,7	125,5
1989	0	0	1989	1207,3	100,6	1989	0	0
1990	1338,5	111,5	1990	1195	99,5	1990	1186,4	98,8
1991	1784,1	148,7	1991	0	0	1991	1701,6	141,8
1992	1302,5	108,5	1992	1355	112,9	1992	800,8	66,7
1993	1735,2	144,6	1993	1378	114,8	1993	340,1	28,3
1994	1399,6	116,6	1994	1354,8	112,9	1994	0	0
1995	1671,1	139,2	1995	1944,2	162	1995	0	0
1996	1850,4	154,2	1996	1882,6	156,8	1996	0	0
1997	1579,9	131,6	1997	1395,6	116,3	1997	0	0
1998	1540,3	128,3	1998	1395,1	116,2	1998	1211,9	101
1999	1357,5	114,6	1999	1248	104	1999	1290,5	107,5
2000	0	0	2000	1413,1	117,7	2000	1068,3	89,02
2001	0	0	2001	1549,8	129,1	2001	1357,5	113,12
2002	0	0	2002	1298,5	108,2	2002	1528	127,33
2003	0	0	2003	1271	105,9	2003	1289,7	107,47
2004	0	0	2004	1519,4	126,6	2004	1367,3	113,9
2005	0	0	2005	747,9	83,1	2005	1494	124,5

Município: Careaçú Responsável: ANA Código da estação: 02245074			Município: Conc. das Pedras Responsável: ANA Código da estação: 02245090			Município: Conc. Dos Ouros Responsável: ANA Código da estação: 2245066		
DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)
1970	1265,9	105,49	1970	0	0	1970	1392,7	116,05
1971	1235,7	102,97	1971	0	0	1971	1148,4	95,7
1972	1294,4	107,8	1972	0	0	1972	1288,2	107,35
1973	1248,1	104	1973	0	0	1973	1355,2	112,93
1974	1116,1	93	1974	0	0	1974	1190,3	99,19
1975	677,7	56,47	1975	0	0	1975	1143,2	95,26
1976	1940	161,66	1976	2082,7	173,5	1976	1746	145,5
1977	1539,9	128,32	1977	1515,8	126,31	1977	1335,3	111,27
1978	1431,2	119,26	1978	1415	177,9	1978	1274,1	106,17
1979	1663,3	138,6	1979	1515,4	126,28	1979	1286,9	107,24
1980	1475,2	122,93	1980	1603,4	133,61	1980	1438,6	119,8
1981	1531,4	127,61	1981	1860	155	1981	1442,2	120,18
1982	1621,6	135,1	1982	1590,2	135,5	1982	1760,2	146,68
1983	2636,8	219,73	1983	2438,8	203,23	1983	2419,2	201,6
1984	1184	98,66	1984	1158,3	96,52	1984	917,6	76,46
1985	1702,6	141,88	1985	1742,9	145,24	1985	1350	112,5
1986	1357,4	113,11	1986	1723,5	143,62	1986	1583,3	131,94
1987	1465,6	122,13	1987	1541,2	128,43	1987	1298,5	108,2
1988	1193,9	99,49	1988	1563,2	130,26	1988	1373	144,41
1989	1165,4	97,11	1989	1521,7	126,8	1989	1344,6	112,05
1990	948	79	1990	1464,5	122,04	1990	0	0
1991	1615,3	134,6	1991	1487,5	123,95	1991	651,4	54,28
1992	1492,1	124,34	1992	1307,9	108,99	1992	706,4	58,86
1993	1370,1	114,16	1993	1570,2	130,85	1993	778,6	64,88
1994	1255,1	104,59	1994	1490,2	124,18	1994	823,6	68,63
1995	1444,8	120,4	1995	1472,1	122,67	1995	0	0
1996	1574,6	131,21	1996	2131,8	177,65	1996	0	0
1997	1305,1	108,75	1997	1397,3	116,44	1997	1276,3	106,35
1998	1312,6	109,38	1998	1471,8	122,65	1998	1384,5	115,37
1999	1330,2	110,85	1999	1528,2	127,35	1999	1285,5	107,12
2000	1898,5	158,2	2000	1393,9	116,15	2000	1622,3	135,19
2001	1200,7	100,05	2001	1392,1	116	2001	1125,4	93,78
2002	1150	95,83	2002	1380,7	115,05	2002	1219,2	101,6
2003	1147	95,58	2003	1340,5	111,7	2003	1221,6	101,8
2004	1330,5	110,87	2004	1682,5	140,2	2004	1492,2	124,35
2005	1550,5	129,2	2005	1412,6	117,7	2005	1168,2	97,35

Município: Consolação Responsável: ANA Código da estação: 2245084			Município: Delfim Moreira Responsável: ANA Código da estação: 2245087		
DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)
1970	156,1	13	1970	1414	177,83
1971	135,2	11,26	1971	1331,9	110,99
1972	448,1	37,33	1972	1480,9	123,4
1973	1136,8	94,73	1973	1451,4	120,95
1974	1366,7	113,89	1974	1452,3	121,02
1975	1229,6	102,46	1975	1638,9	136,57
1976	2105,6	175,46	1976	2176,7	181,91
1977	1523,9	126,99	1977	1418,9	118,24
1978	1298,7	108,22	1978	1344,1	112
1979	1476	123	1979	1600,1	133,34
1980	1628,8	135,73	1980	1700,8	141,73
1981	1859,2	154,93	1981	1365,9	113,82
1982	2293,2	191,1	1982	1122,2	101,85
1983	3826,1	315,84	1983	2263,9	188,65
1984	1076,4	89,7	1984	866,6	72,21
1985	1845,1	153,75	1985	1721,8	143,48
1986	2365	197,08	1986	1624,9	135,4
1987	1670,8	139,23	1987	1625	135,41
1988	1554,9	129,57	1988	1368,4	114,04
1989	1481,6	123,46	1989	0	0
1990	1343,5	111,95	1990	1429,4	119,11
1991	1699,7	141,64	1991	1811,3	150,94
1992	1332,6	111,05	1992	1922,6	160,21
1993	1296,5	108,04	1993	1670,8	139,23
1994	1192,3	99,58	1994	1448	120,66
1995	1575,5	131,29	1995	1547,4	128,95
1996	1750,7	145,89	1996	1795,7	149,64
1997	1454,7	121,22	1997	1397,1	166,42
1998	1528,3	127,35	1998	1510,1	125,84
1999	1351,7	112,64	1999	1276,5	106,37
2000	1370,2	114,19	2000	1582,7	131,89
2001	1985,7	165,47	2001	1408,6	117,38
2002	0	0	2002	1501,1	125,09
2003	1106	110,6	2003	1403,1	116,92
2004	1304	108,73	2004	1457,5	121,45
2005	1553,5	128,16	2005	1607,3	133,94

Município: Lambari Responsável: INMET Código da estação: 2145039			Município: Maria da Fé Responsável: INMET Código da estação: 2245118		
DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)
1970	0	0	1970	0	0
1971	0	0	1971	0	0
1972	0	0	1972	0	0
1973	0	0	1973	0	0
1974	0	0	1974	0	0
1975	0	0	1975	0	0
1976	0	0	1976	0	0
1977	1675,1	139,59	1977	1451,7	120,25
1978	1178,2	96,68	1978	1575	131,5
1979	0	0	1979	0	0
1980	0	0	1980	1768,4	147,36
1981	0	0	1981	0	0
1982	0	0	1982	1984,9	165,4
1983	2872,5	239,37	1983	2518,9	209,9
1984	1255,8	1046,65	1984	1242	103,5
1985	1822,9	151,9	1985	1622,4	135,2
1986	1685,6	140,46	1986	0	0
1987	1595	132,9	1987	0	0
1988	1547,8	128,98	1988	0	0
1989	0	0	1989	0	0
1990	1271,4	105,95	1990	0	0
1991	1590	132,5	1991	0	0
1992	1778,4	148,2	1992	0	0
1993	1496,4	124,68	1993	1265,3	105,44
1994	0	0	1994	1927,1	160,59
1995	1609,9	134,15	1995	1183,7	98,64
1996	1957,4	163,11	1996	0	0
1997	1459,8	121,65	1997	0	0
1998	0	0	1998	0	0
1999	0	0	1999	0	0
2000	0	0	2000	0	0
2001	0	0	2001	0	0
2002	0	0	2002	0	0
2003	0	0	2003	0	0
2004	0	0	2004	0	0
2005	0	0	2005	0	0

Município: Monsenhor Paulo Responsável: ANA Código da estação: 02145017			Município:Ouro Fino Responsável: INMET Código da estação: 2246048			Município: Paraguaçu Responsável: ANA Código da estação: 2145022		
DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)
1970	914	76,16	1970	2681,8	223,48	1970	863,3	71,94
1971	1088,6	90,71	1971	0	0	1971	226,7	2,25
1972	1284,5	107,04	1972	0	0	1972	1416,7	118,05
1973	1286,4	107,2	1973	0	0	1973	1423,8	118,65
1974	1058,3	88,19	1974	0	0	1974	1054	87,83
1975	1165,1	97,09	1975	0	0	1975	1301,6	1108,46
1976	1429,4	119,11	1976	0	0	1976	1553,7	129,47
1977	1207,4	100,61	1977	0	0	1977	1616,7	134,72
1978	1784,4	148,7	1978	0	0	1978	1312,2	109,35
1979	1437,8	119,81	1979	0	0	1979	1474,1	122,84
1980	1301,8	108,48	1980	0	0	1980	1508,4	125,7
1981	1397,8	116,48	1981	0	0	1981	1257,2	104,76
1982	1091,7	90,97	1982	0	0	1982	1439,7	119,97
1983	1857,3	154,77	1983	2309,8	192,48	1983	2349,4	195,78
1984	914,7	76,22	1984	0	0	1984	1130,4	94,2
1985	1732,8	144,4	1985	1087,2	90,6	1985	1661,8	138,48
1986	1623,1	135,25	1986	0	0	1986	1691,5	140,95
1987	1268,5	105,7	1987	0	0	1987	1219,7	101,64
1988	1204,4	100,36	1988	0	0	1988	1442,9	120,24
1989	1562,4	130,2	1989	0	0	1989	1425,5	118,79
1990	1242,7	103,55	1990	570,6	95,1	1990	965,8	80,48
1991	1609,8	134,15	1991	0	0	1991	1445	120,41
1992	1970,2	164,18	1992	1378	125,27	1992	1954,2	162,85
1993	1203,5	100,29	1993	3893,4	432,6	1993	1417,6	118,13
1994	1320,3	110,02	1994	0	0	1994	1455,5	121,29
1995	1469,7	122,47	1995	0	0	1995	1129,9	94,15
1996	1711,6	142,63	1996	0	0	1996	1341,7	111,8
1997	1368,5	114,04	1997	0	0	1997	1472,1	122,67
1998	1122,1	93,5	1998	0	0	1998	1063,1	88,59
1999	1279,7	106,64	1999	0	0	1999	1305,2	108,76
2000	0	0	2000	0	0	2000	1551	129,25
2001	0	0	2001	0	0	2001	1024	93,66
2002			2002	0	0	2002	0	0
2003	1210,2	100,85	2003	0	0	2003	1374,2	114,5
2004	1210,02	100,9	2004	0	0	2004	0	0
2005	0	0	2005	0	0	2005	0	0

Município: Santa Rita do Sapucaí Responsável: ANA Código da estação: 2245000			Município: Virgínia Responsável: ANA Código da estação: 02245080		
DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)	DATA	Precipitação acumulada anual (mm)	Média da precipitação mensal (mm)
1970	1164,6	97,05	1970	3068,4	255,7
1971	702,9	58,57	1971	1958,6	163,21
1972	1382,8	115,23	1972	2280,5	190,04
1973	1419,5	118,29	1973	1966,6	163,88
1974	1716,7	143,05	1974	1808,8	150,73
1975	746,7	62,22	1975	1891,8	157,65
1976	1694,2	141,18	1976	2595,6	2595,6
1977	1406,4	117,2	1977	1784,8	148,73
1978	1551,1	129,25	1978	1711,8	149,06
1979	1597	133,08	1979	2204,6	183,71
1980	1640	136,66	1980	2588,8	215,73
1981	1385,8	115,48	1981	2517,6	209,8
1982	1450,4	120,86	1982	3004,4	250,36
1983	2410,5	200,87	1983	6310,4	525,86
1984	1185,3	98,77	1984	1817,9	151,49
1985	1929,6	160,8	1985	2715,8	226,3
1986	1701,1	141,75	1986	2654	221,16
1987	1382,3	115,19	1987	2187,6	182,3
1988	1313,9	109,49	1988	1815,6	151,3
1989	1772,5	147,7	1989	2323,7	193,64
1990	0	0	1990	1558,4	129,86
1991	0	0	1991	1943,2	161,93
1992	0	0	1992	1911,2	159,25
1993	0	0	1993	2040,2	170
1994	0	0	1994	1391,9	115,99
1995	0	0	1995	1601,1	133,42
1996	1388,6	115,71	1996	1762,2	146,85
1997	1379	114,9	1997	1204,1	100,34
1998	1231,4	102,61	1998	1357,9	113,15
1999	1223,4	101,95	1999	1437	119,75
2000	484,1	40,34	2000	1502,3	125,19
2001	0	0	2001	1358,7	113,22
2002	0	0	2002	0	0
2003	0	0	2003	1367,2	113,93
2004	0	0	2004	1677,4	139,73
2005	0	0	2005	2050,5	170,87



15.6 ANEXO F – Resultados das Entrevistas Ictiofauna

Tabela referente às espécies de ictiofauna citadas pelos entrevistados

		Parte Amostral:	Baixo Sapucaí			Médio Sapucaí			Alto Sapucaí
		Data:	04/07/2009			05/07/2009			
		Município:	Paraguaçu	Carvalhópolis	Cordislândia	Congonhal	Cambuí	Natércia	Wenceslau Brás
		Localidade:	Rio Sapucaí	Rio Dourado	Rio Sapucaí	Rio Cervo	Rio Itaim	Rio Turvo	Rio Bicas
Família	Nome Científico	Nome Popular	vezes citadas pelos moradores						
Anostomidae	<i>Schizodon nasutus</i>	campineiro				1			
	<i>Leporinus sp.</i>	Piau		2					
	<i>Antennarius multiocellatus</i>	Peixe-sapo	1		1				
Characidae	<i>Piabina argentea</i>	Piaba	3	6	7		6	9	
	<i>Salminus brasiliensis</i>	dourado	3	4	7		2	6	1
	<i>Metynnis maculatus</i>	Pacu	1	2	2				
	<i>Astyanax sp.</i>	lambari	3	10	10	1	9	10	10
	<i>Salminus hilarii</i>	tubarana		6	2	1	5		
	<i>Galeocharax knerii</i>	cigarra			1				
	<i>Tilapia sp.</i>	tilápia	2	4	4		2	1	
Cichlidae	<i>Cichla monoculus</i>	tucunaré	2						
	<i>Clarias sp.</i>	bagre		6	3	1	7	3	9
Claridae	<i>Clarias gariepinus</i>	bagre africano			4			3	
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa		1	1				
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traira	3	4	7	1	7	5	1
Heptapteridae	<i>Pimelodella lateristriga</i>	mandi	2	9	10	1	8	9	4
Loricariidae	<i>Hypostomos sp.</i>	casculo	1	2	2	1	3	1	4
Parodontidae	<i>Apareiodon affinis</i>	canivete		1	1				

Pimelodidae	<i>Steindachneridion parahybae</i>	surubim	1					
	<i>Pauliceia lutkeni</i>	Jaú	1					
	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	pintado						1
	<i>Pimelodus maculatus</i>	mandi branco						1
Prochilodontidae	<i>Prochilodus</i> sp.	curimatá	1	2	4	1		5
não identificada	não identificado	rolete						1
		cheirozinho						1
		tubala					1	
		peixe-pedra					1	
		cairá					1	
		mani		1				
		peixe-espada		1				
		surufriu				1		
		carpinteiro				1		
micuique				1				

Tabela referente à fauna associada à Bacia citada pelos entrevistados.

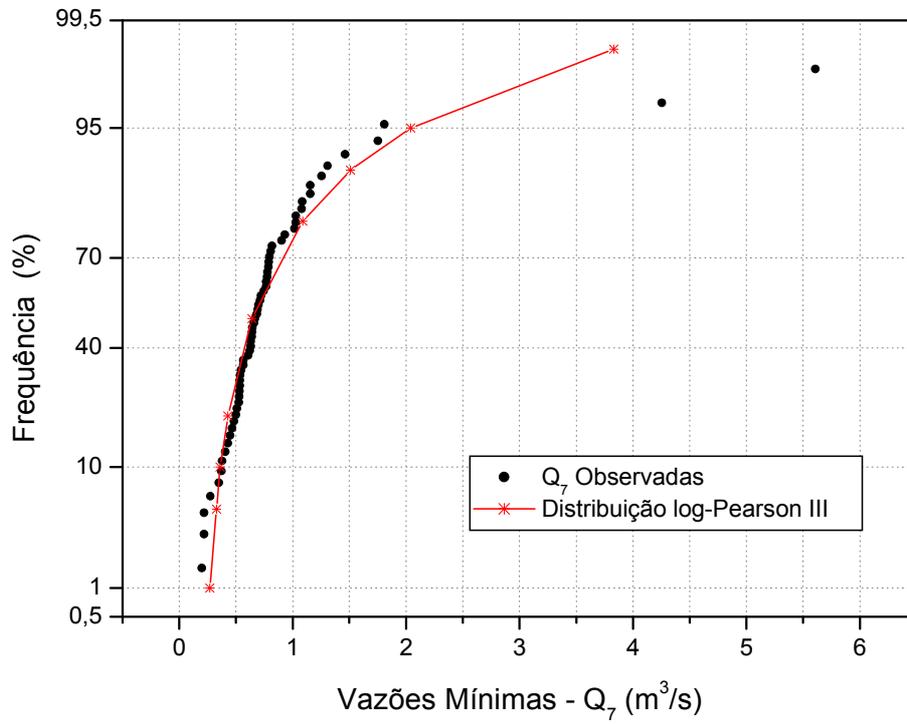
	Município:	Paraguaçu	Carvalhópolis	Cordislândia	Congonhal	Cambuí	Natércia	Wenceslau Brás
	Localidade:	Rio Sapucaí	Rio Dourado	Rio Sapucaí	Rio Cervo	Rio Itaim	Rio Turvo	Rio Bicas
Nome Científico	Nome Popular	vezes citadas pelos moradores						
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro do mato	1					2	
<i>Lutra longicaudis</i>	lontra	1	2			1	2	
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato do mato	1						
<i>Priodontes sp.</i>	tatu	2	1	1	3	1	3	3
<i>Hidrochoerus hydrochoeris</i>	capivara	2	4	1	4	3	6	4
<i>Mazama sp.</i>	veado	1			1			2
<i>Leopardus pardlis</i>	jaguaririca	1					5	1
<i>Pteronura brasilienses</i>	ariranha		1				1	
<i>Callithrix penicillatta</i>	macaco sagui		3		1		2	1
<i>Agouti paca</i>	paca		3	1			3	
	macaco		1		1			
<i>Nasua nasua</i>	quati		1				2	
<i>Cavia aperea</i>	preá					1		
<i>Crysocyon brachyurus</i>	lobo-guará (raposa do mato)	4	1				6	2
<i>Lepus sp.</i>	lebre						1	
<i>Didelphis marsupialis</i>	gambá						1	
<i>Erethizon dorsatum</i>	porco-espinho						1	
<i>Alouatta sp.</i>	bugio						1	
<i>Sciurus sp.</i>	esquilo							2
<i>Panthera onca</i>	onça							1
<i>Felis concolor</i>	sussuarana							1
-	canarinho	1				1		1
-	rolinha	1				1	1	1
-	sabiá	1					1	

-	garça		1					
<i>Neomorphus geoffrovi</i>	jacú			1			1	2
-	anú					1		
<i>Gnorimopsar chopi</i>	pássaro preto					1		
<i>Ramphastos sp.</i>	tucano						1	2
<i>Sicalis columbiana</i>	canário da terra						1	2
-	joão-de-barro							1
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi							1
<i>Pionus sp.</i>	maritacas							1
<i>Zonotrichia sp.</i>	tico-tico							1
-	pardal							1
<i>Carduelis sp.</i>	pintassilgo	1						
-	pica-pau							1
-	trinca-ferro							1
-	jacaré	1						
-	cobras		1		1	1	1	1
-	lagarto				1		1	2
-	rã					1		

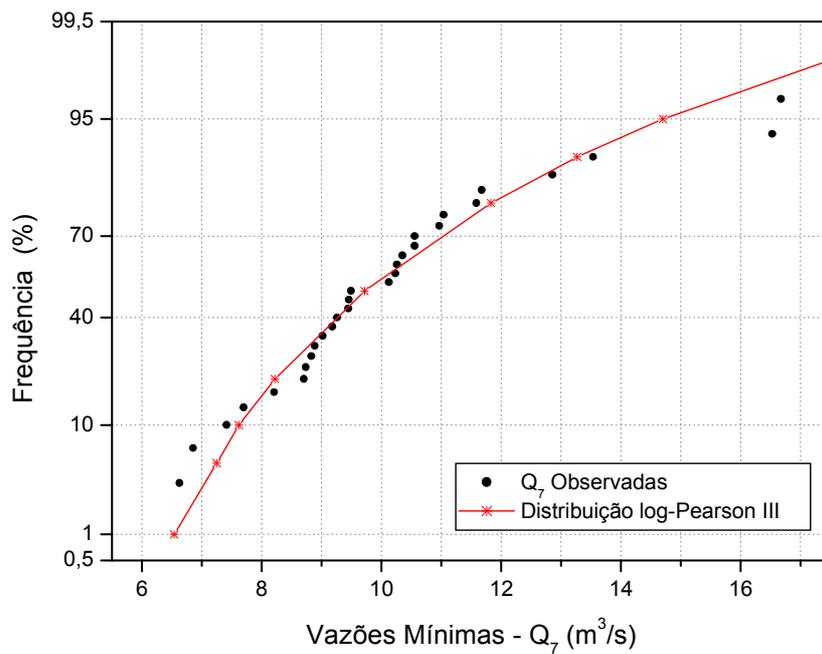


15.7 ANEXO G – Curvas representativas das distribuições Pearson tipo III, log - Pearson tipo III e log-Gumbel para as vazões mínimas, apoiando-se na expressão analítica de show, para as estações fluviométricas estudadas

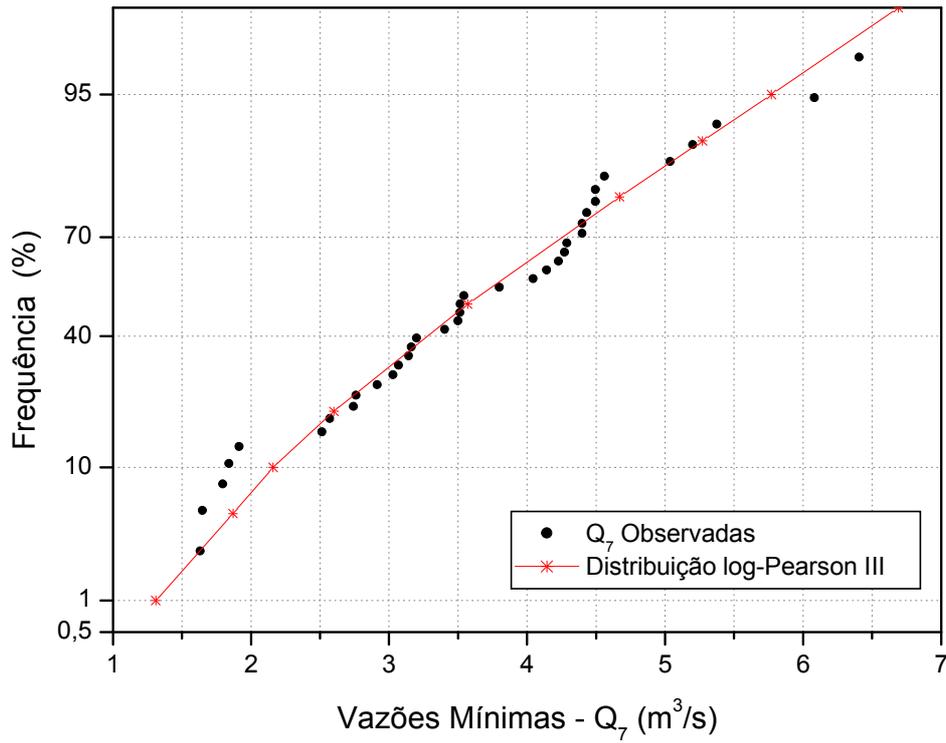
Vazões Mínimas



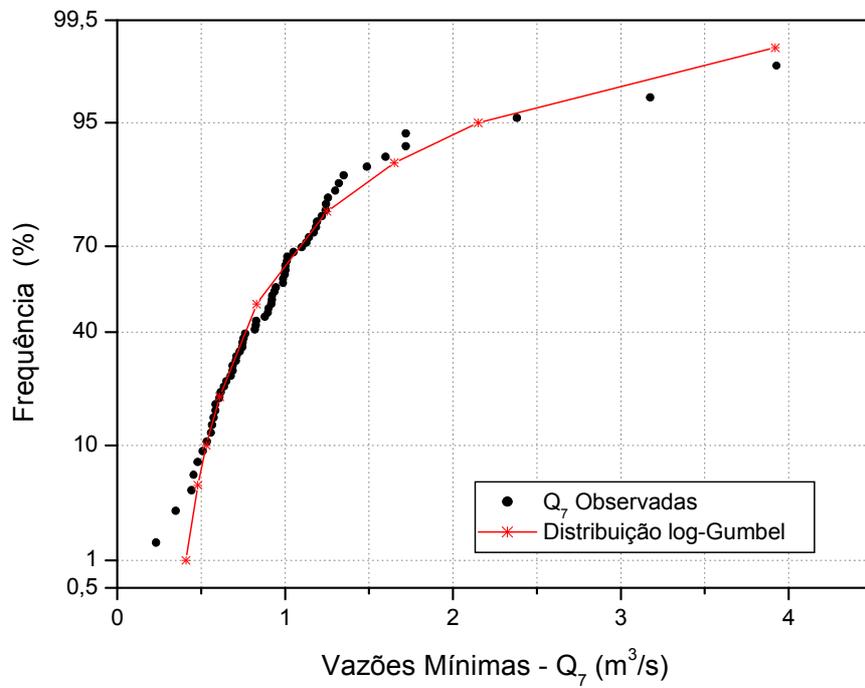
(a) Estação 61267000 – Delfim Moreira.



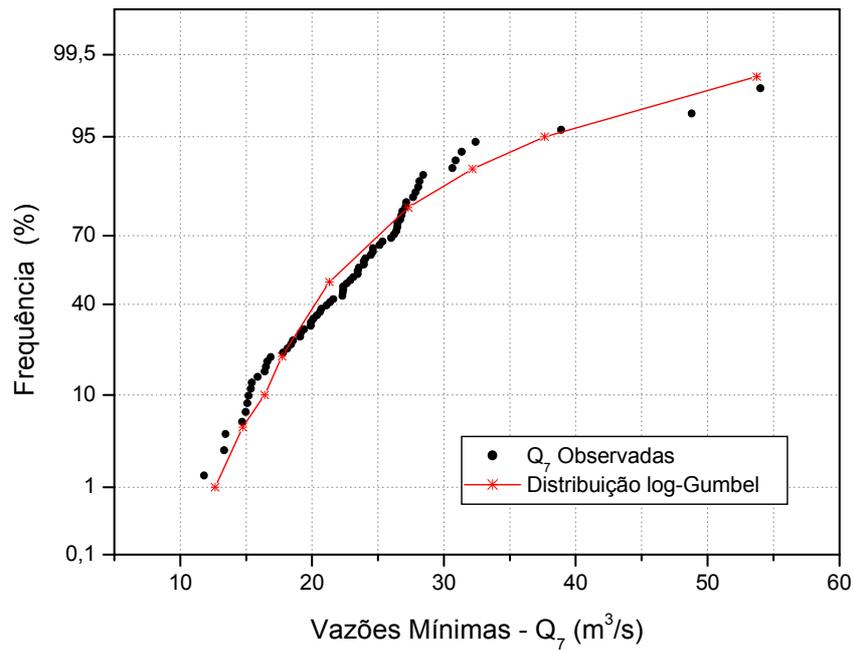
(b) Estação 61271000 – Itajubá



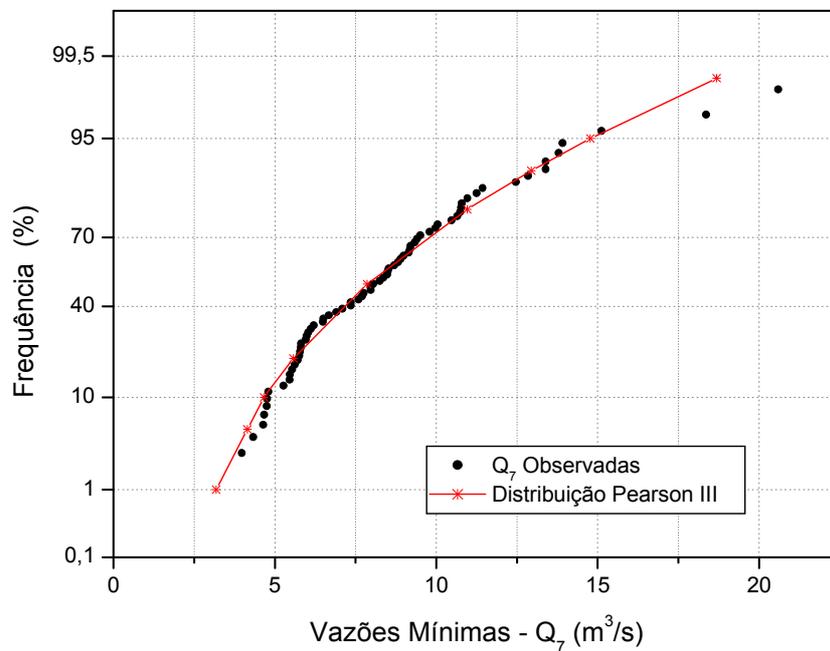
(c) Estação 61280000 - Bairro Santa Cruz



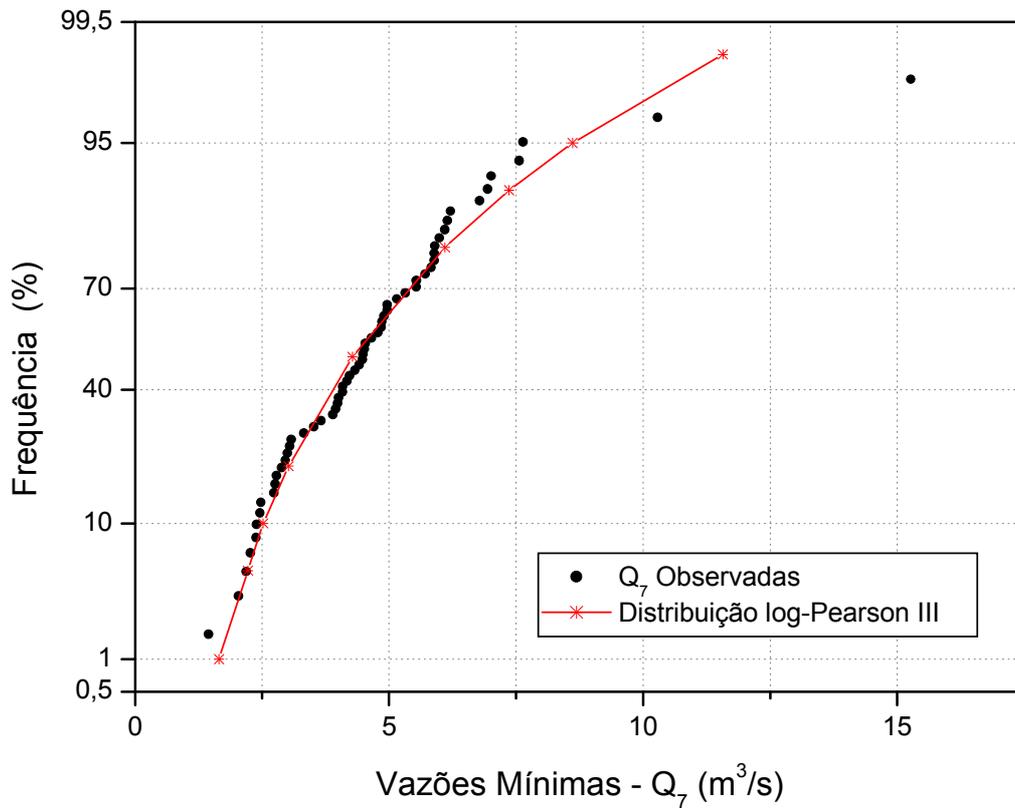
(d) Estação 61295000 - Brasópolis



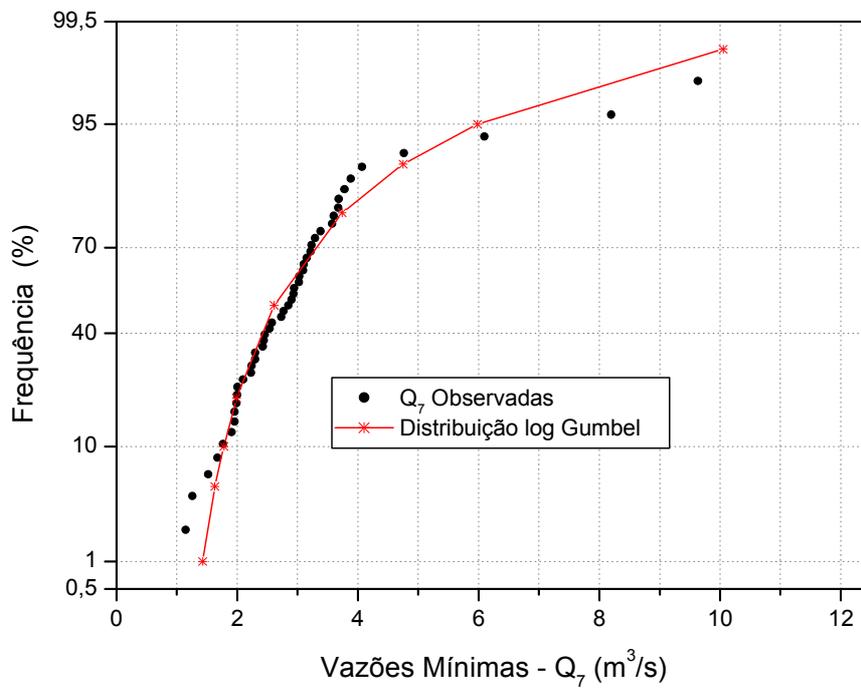
(e) Estação 61305000 - Santa Rita do Sapucaí



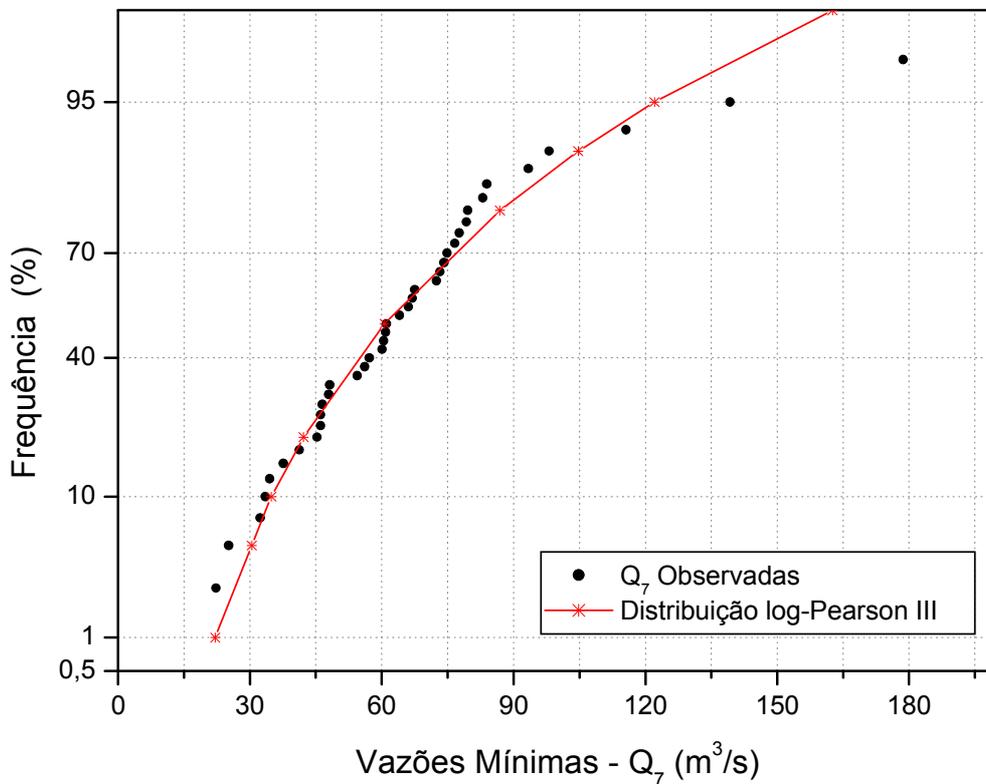
(f) Estação 61350000 - Conceição dos Ouros



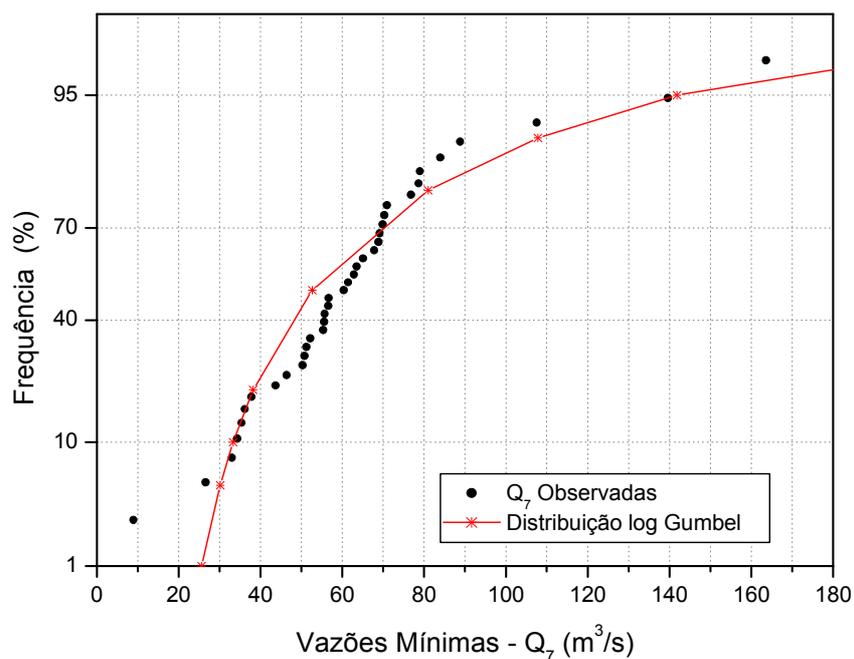
(g) Estação 61370000 - Ponte do Rodrigues



(h) Estação 61390000 - Vargem do Cervo



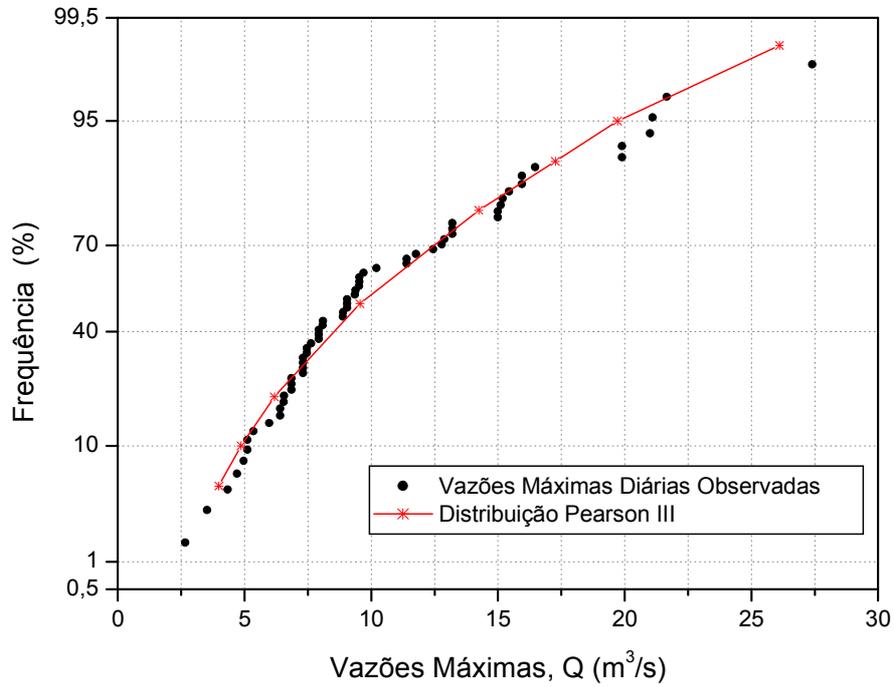
(i) Estação 61410000 – Careaçu



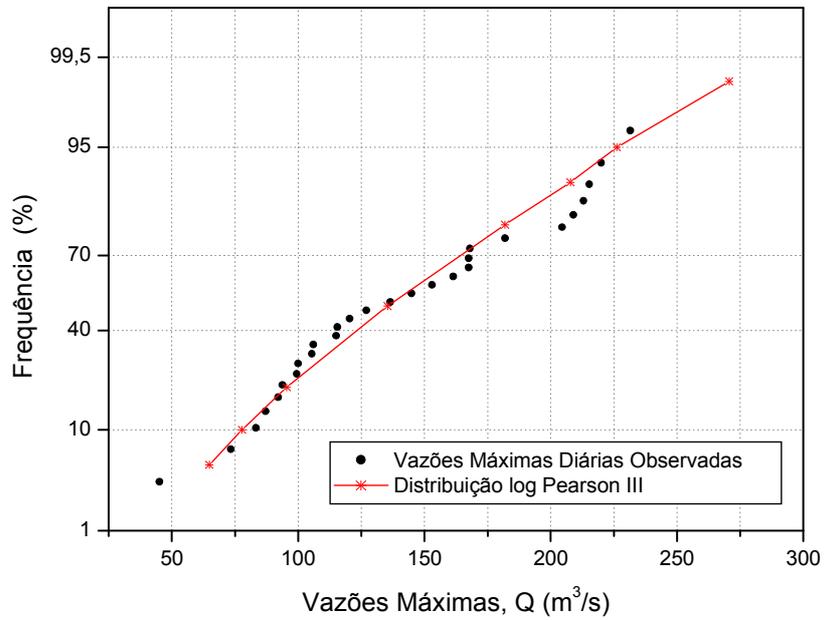
(j) Estação 61425000 – Paraguaçu

15.8 ANEXO H – Curvas representativas das distribuições Pearson tipo III e log Pearson III para as vazões máximas, apoiando-se na expressão analítica de show, para as estações fluviométricas estudadas

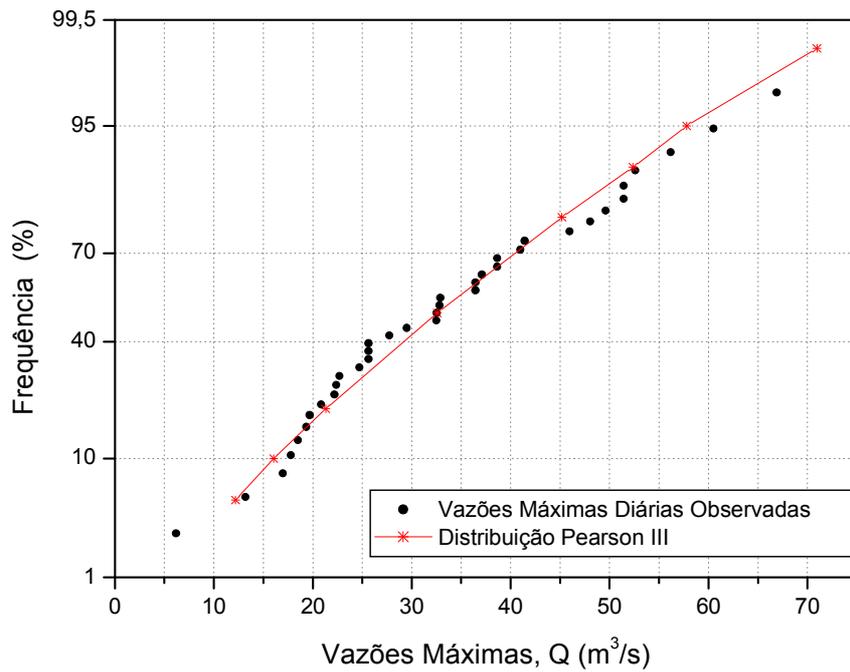
Vazões Máximas



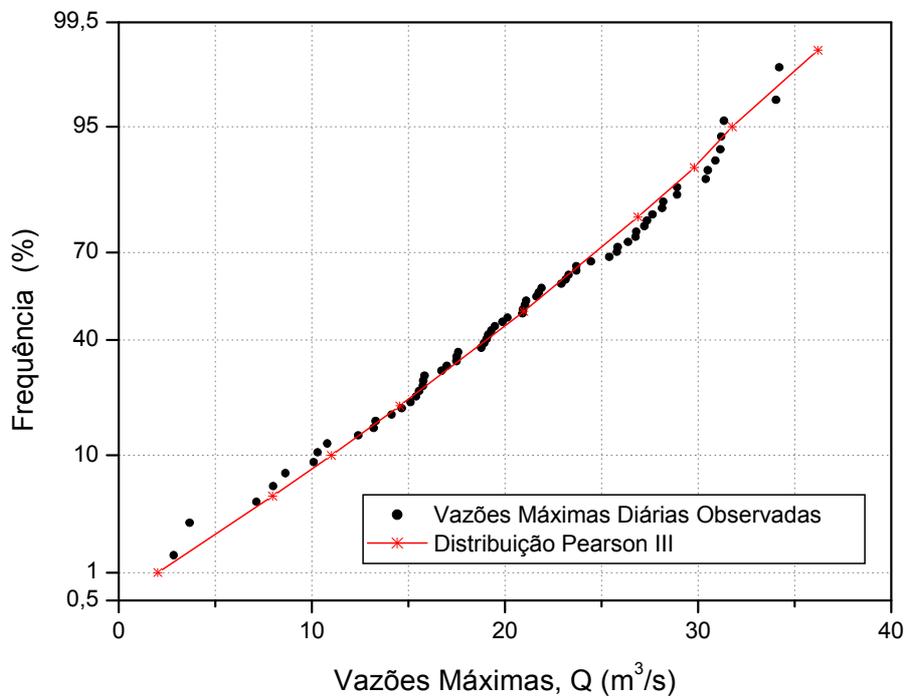
(a) Estação 61267000 – Delfim Moreira



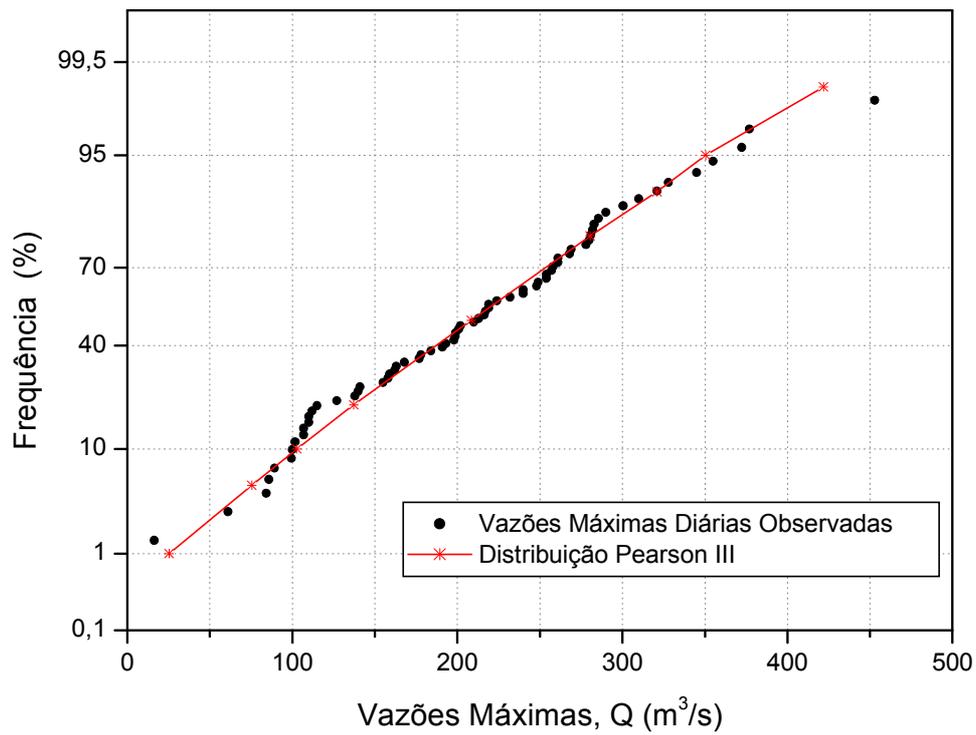
(b) Estação 61271000 – Itajubá



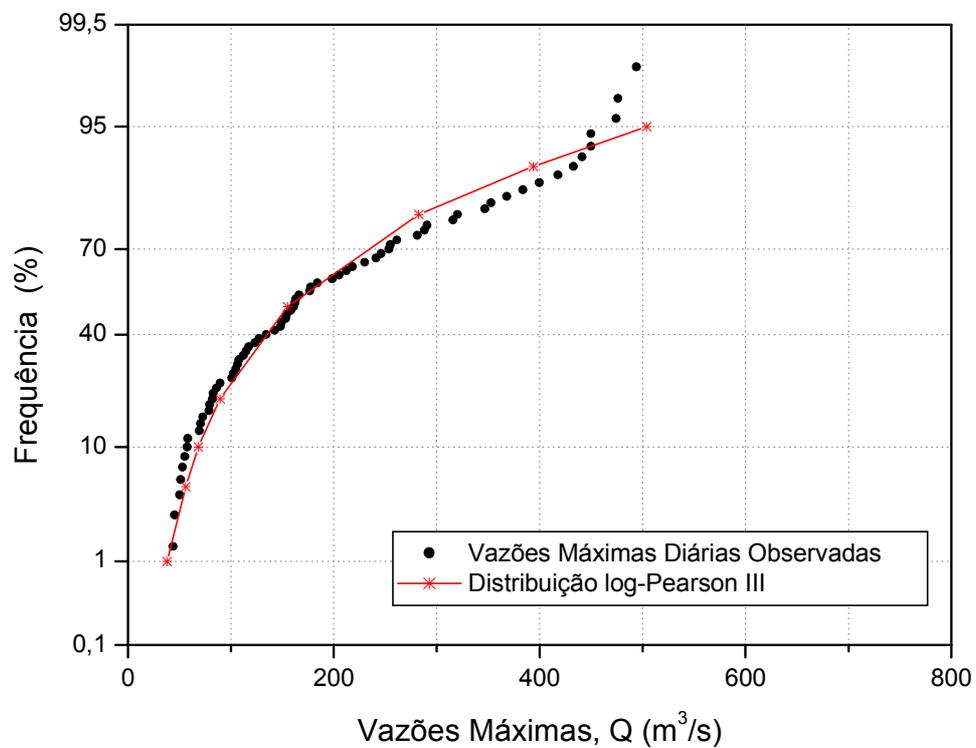
(c) Estação 61280000 - Bairro Santa Cruz



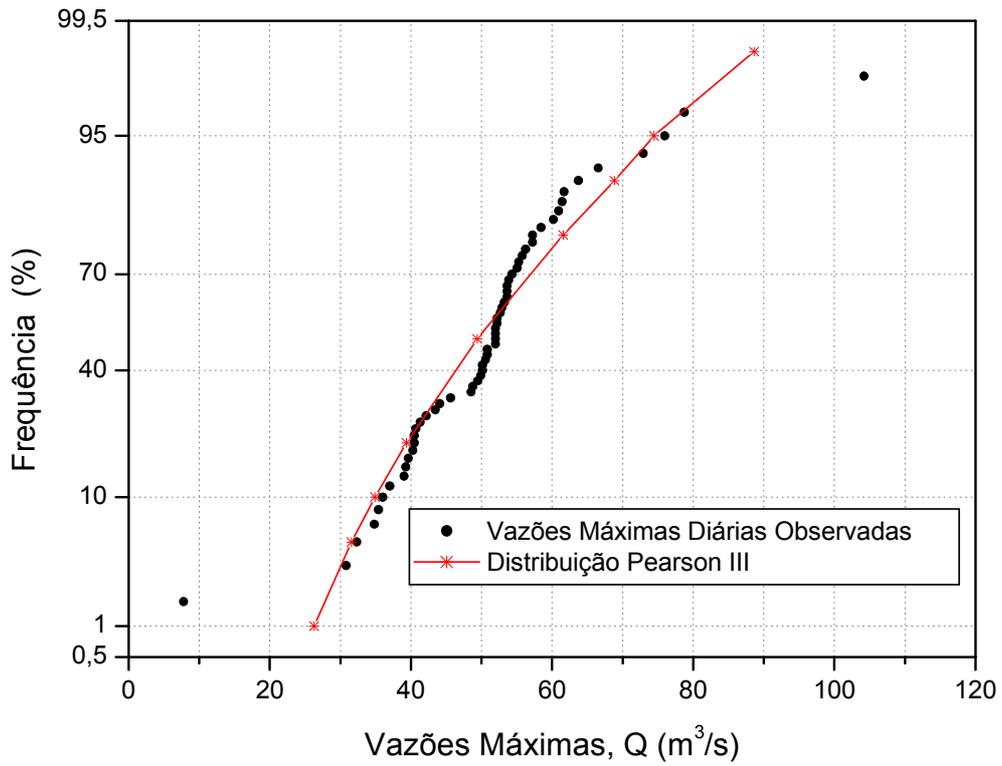
(d) Estação 61295000 - Brasópolis



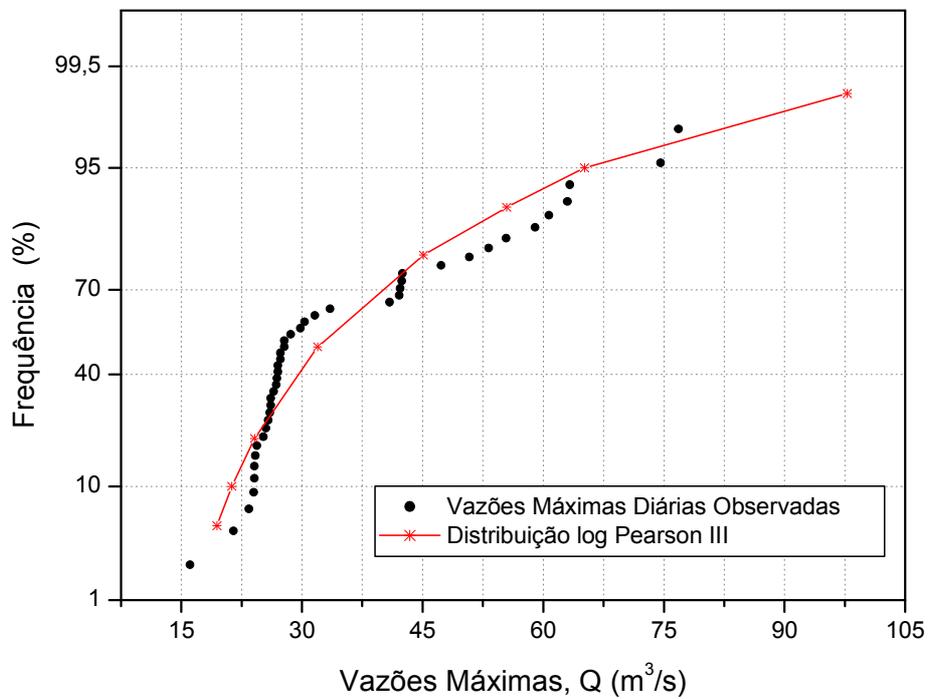
(e) Estação 61305000 - Santa Rita do Sapucaí



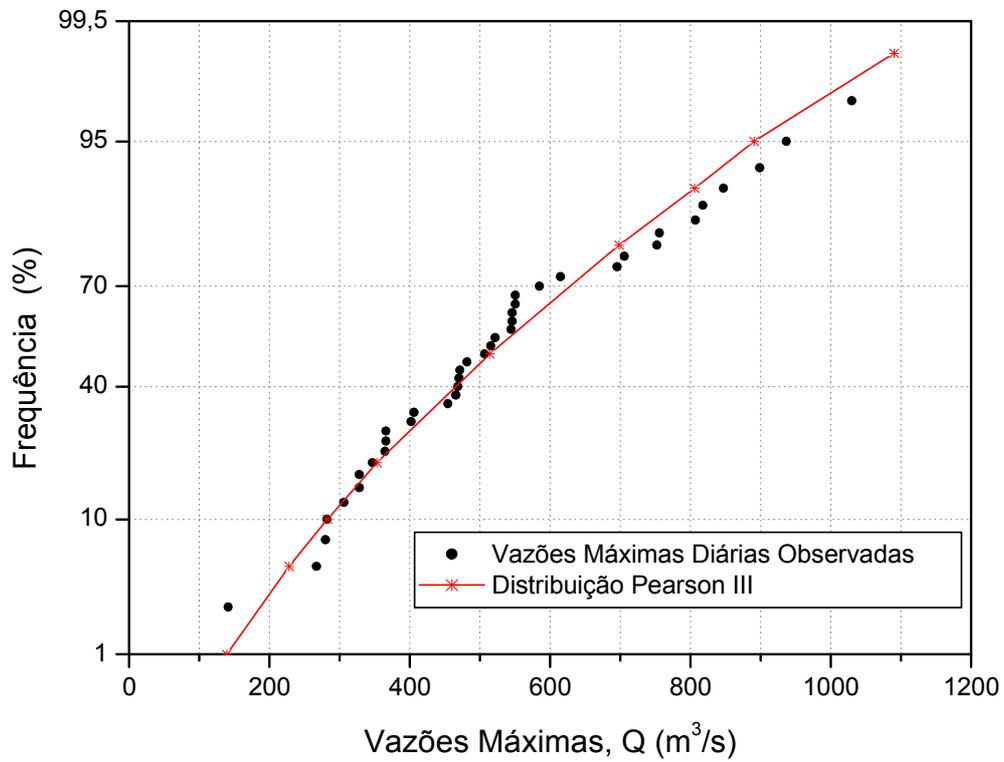
(f) Estação 61350000 - Conceição dos Ouros



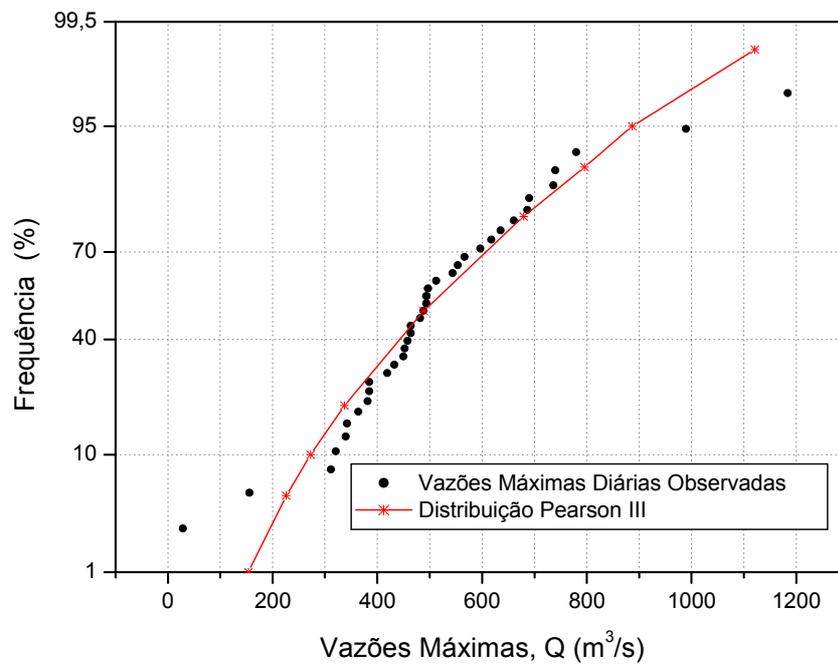
(g) Estação 61370000 - Ponte do Rodrigues



(h) Estação 61390000 - Vargem do Cervo



(i) Estação 61410000 – Careaçu



(j) Estação 61425000 – Paraguaçu

15.9 ANEXO I – Indicadores de Saneamento Básico

Município	Sigla do prestador	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada, 2000	Índice de atend. Total de água	Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo, 2000	Índice de atendimento urbano de esgoto	Índice de coleta de esgoto
ALTO SAPUCAÍ (19)						
Brasópolis/MG	COPASA	96,5	74,9	98,3	...	...
Conceição das Pedras	MUNICIPAL	91,6	si	98,2	...	...
Conceição dos Ouros/MG	COPASA	97,8	57,3	98,8	100*	...
Consolação	MUNICIPAL	91,7	si	96,1	100	...
Delfim Moreira (MG)	COPASA	93,2	si	98,1	95	...
Gonçalves/MG	COPASA	95,5	70,2	100,0	100	...
Itajubá/MG	COPASA	98,7	77,4	98,9	97,3	74,28
Maria da Fé/MG	COPASA	94,8	81,5	96,9	95	...
Marmelópolis	MUNICIPAL	95,3	si	97,6	70	...
Paraisópolis/MG	SAAE	96,4	84,6	98,2	93,4	85,00
Pedralva/MG	COPASA	95,1	73,0	97,0	99,6	75,26
Piranguçu/MG	COPASA	94,7	82,6	98,7	95	...
Piranguinho/MG	COPASA	95,5	100,0	97,1	95	...
São José do Alegre/MG	COPASA	95,8	42,4	97,8	100	...
Sapucaí-Mirim/MG	COPASA	94,3	45,4	99,9	100,0	72,02
Wenceslau Brás	COPASA	98,0	si	97,7	100	...
Campos do Jordão/SP	SABESP	98,2	63,1	97,9	44,5	<u>53,69</u>
Santo Antônio do Pinhal/SP	SABESP	94,9	42,1	98,2	47,1	<u>46,88</u>
São Bento do Sapucaí/SP	SABESP	96,1	58,4	99,4	82,3	<u>51,41</u>
MÉDIO SAPUCAÍ (17)						
Borda da Mata/MG	COPASA	97,5	...	98,5	93,8	77,02
Cachoeira de Minas/MG	COPASA	96,1	...	99,5	95	...
Cambuí	SAAE	97,0	...	99,3	90	...
Careaçu/MG	COPASA	97,5	...	98,9	...	...
Congonhal/MG	COPASA	97,8	...	98,7	100,0	78,08
Córrego do Bom Jesus	MUNICIPAL	93,6	...	99,0	100	...
Espírito Santo do Dourado/MG	MUNICIPAL	95,5	...	98,8	...	...
Estiva/MG	COPASA	88,0	...	99,2	95	...
Heliódora/MG	COPASA	97,5	...	98,8	...	...
Natércia/MG	COPASA	95,3	...	98,9	...	...
Pouso Alegre/MG	COPASA	98,5	...	99,2	100,00	78,67
Santa Rita do Sapucaí/MG	COPASA	98,5	...	96,8	100,00	75,98
São João da Mata	MUNICIPAL	98,5	...	98,4	...	...
São Sebastião da Bela Vista	MUNICIPAL	88,6	...	98,6	...	...
Senador Amaral/MG	COPASA	89,2	...	97,8	...	...
Senador José Bento	MUNICIPAL	98,1	...	96,1	...	...
Silvianópolis	MUNICIPAL	95,8	...	97,8	...	...

Município	Sigla do prestador	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada, 2000	Índice de atend. Total de água	Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo, 2000	Índice de atendimento urbano de esgoto	Índice de coleta de esgoto
BAIXO SAPUCAÍ (7)						
Carvalhópolis/MG	COPASA	99,2	...	99,2	...	...
Cordislândia/MG	COPASA	98,4	...	97,6	...	...
Elói Mendes/MG	SAAE	98,4	...	98,2	100,00	80,00
Monsenhor Paulo/MG	COPASA	98,2	...	98,9	...	...
Paraguaçu/MG	COSÁGUA	98,8	...	98,5	...	80,01
São Gonçalo do Sapucaí/MG	COPASA	97,2	...	93,8	...	...
Turvolândia	MUNICIPAL	95,4	...	96,9	...	...

FONTE: SNIS, Datasus, COPASA, Vida Meio Ambiente



15.10 Anexo J – Cadastro da Campanha de Regularização

FONTE: IGAM – Campanha de Regularização do Uso dos Recursos Hídricos em Minas Gerais/2009.

Cidade	Descrição - Finalidade	Quantidade de registros	Vazão (L/dia)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/dia)
Borda da Mata	Abastecimento Público	2	270,00	1,00	0,00
	Consumo Humano	576	366.028,70	479,44	242,19
	Consumo Industrial/Agroindustrial	2	2,00	0,00	0,00
	Dessedentação de Animais	744	555.479,12	789,28	187,73
	Irrigação	28	6.402,10	20,23	67,59
	Lançamento de Efluentes	1	300,00	0,00	0,00
	Lavagem de Veículos	1	0,00	0,50	0,00
	Outro	19	394,00	10,51	3,78
	Piscicultura	52	24.586,40	111,24	34,50
	TOTAL	1.425	953.462,32	1.412,20	535,79
Brasópolis	Consumo Humano	517	381.971,46	775,94	3.388,34
	Consumo Industrial/Agroindustrial	1	0,00	0,01	0,00
	Dessedentação de Animais	393	405.722,21	518,88	3.108,47
	Irrigação	21	0,16	82,07	93,00
	Lançamento de Efluentes	3	13.220,00	0,00	0,00
	Lavagem de Veículos	3	0,00	0,01	0,00
	Outro	31	23.973,80	1,27	1,20
	Piscicultura	68	34.680,06	412,09	6,50
	TOTAL	1.037	859.567,69	1.790,27	6.597,51
Cachoeira de Minas	Consumo Humano	86	74.833,50	3,18	6,17
	Consumo Industrial/Agroindustrial	4	2.000,00	9,00	0,00
	Dessedentação de Animais	93	104.381,50	2,25	5,16
	Irrigação	6	7.419,00	0,22	0,00
	Outro	9	4,80	1,08	3,00
	Piscicultura	11	3.999,60	0,20	0,00
	TOTAL	209	192.638,40	15,93	14,33
Cambuí	Consumo Humano	266	149.940,41	13,20	1.011,37
	Dessedentação de Animais	155	148.562,11	8,11	1.013,73
	Irrigação	39	2.472,00	91,77	7,02
	Lançamento de Efluentes	1	0,00	2,01	0,00
	Outro	7	558,60	0,01	1,47
	Piscicultura	24	5.227,15	2,75	46,56
	TOTAL	492	306.760,27	117,85	2.080,15
Careagu	Abastecimento Público	1	3.870,00	0,00	0,00
	Consumo Humano	192	143.073,13	199,11	4.267,57
	Consumo Industrial/Agroindustrial	3	3.168,00	0,00	43,60
	Dessedentação de Animais	204	199.317,47	17,38	14.204,82
	Irrigação	9	730,00	26,41	0,00
	Lançamento de Efluentes	129	81.964,75	192,18	73,26
	Outro	4	842,00	1,00	0,00
	Piscicultura	6	11.877,00	0,00	3.000,00
	TOTAL	548	444.842,35	436,08	21.589,25

Cidade	Descrição - Finalidade	Quantidade de registros	Vazão (L/dia)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/dia)
Carvalhópolis	Consumo Humano	73	61.883,09	0,00	1,00
	Consumo Industrial/Agroindustrial	1	5.000,00	0,00	0,00
	Dessedentação de Animais	66	71.728,69	100,00	1,00
	Irrigação	3	3.370,00	0,00	0,00
	Outro	4	1.042,00	0,00	0,00
	Piscicultura	17	14.790,00	0,00	0,00
	TOTAL	164	157.813,78	100,00	2,00
Conceição das Pedras	Consumo Humano	182	197.031,69	1,51	17,94
	Consumo Industrial/Agroindustrial	5	4.866,00	0,00	0,00
	Dessedentação de Animais	171	211.825,63	0,12	17,94
	Irrigação	1	0,00	0,01	0,00
	Outro	2	91,00	0,00	0,00
	Piscicultura	21	21.619,79	0,00	0,00
	TOTAL	382	435.434,11	1,64	35,88
Conceição dos Ouros	Consumo Humano	112	125.040,85	1,19	20,00
	Consumo Industrial/Agroindustrial	2	4.106,00	0,00	0,00
	Dessedentação de Animais	95	113.726,47	0,74	18,00
	Irrigação	1	0,00	1,00	0,00
	Outro	5	1.221,00	0,00	1,00
	Piscicultura	20	24.537,00	1,92	5,50
	TOTAL	235	268.631,32	4,85	44,50
Congonhal	Consumo Humano	47	25.610,01	0,01	4,00
	Dessedentação de Animais	51	38.300,00	0,00	3,61
	Irrigação	2	0,00	1,12	0,00
	Outro	2	200,00	500,00	0,00
	Piscicultura	7	8.100,00	0,01	0,04
	TOTAL	109	72.210,01	501,14	7,65
Consolação	Consumo Humano	144	40.559,25	24,00	10,50
	Dessedentação de Animais	124	48.774,39	49,50	25,32
	Irrigação	2	0,00	0,18	50,00
	Outro	6	2.331,25	0,00	2,00
	Piscicultura	10	6.052,00	0,02	17,12
	TOTAL	286	97.716,89	73,70	104,94
Cordislândia	Consumo Humano	65	76.565,93	5,47	4.683,99
	Dessedentação de Animais	89	127.281,03	5,47	4.757,95
	Lançamento de Efluentes	5	7.503,00	0,00	3,34
	Outro	26	32.654,40	0,01	0,00
	Piscicultura	6	3.721,00	0,02	0,00
	TOTAL	191	247.725,36	10,97	9.445,28
Córrego do Bom Jesus	Consumo Humano	38	56.257,68	12,09	75,61
	Dessedentação de Animais	34	33.155,86	2.019,00	74,18
	Irrigação	4	674,00	12,09	13,21
	Piscicultura		400,00	12,09	1,00
	TOTAL	76	90.487,54	2.055,27	164,00

Cidade	Descrição - Finalidade	Quantidade de registros	Vazão (L/dia)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/dia)
Delfim Moreira	Consumo Humano	51	22.785,56	2,77	31,30
	Consumo Industrial/Agroindustrial	1	50,00	0,00	0,00
	Dessedentação de Animais	20	14.022,46	0,01	33,30
	Irrigação	2	90,00	0,05	0,00
	Piscicultura	4	2.251,00	0,00	347,64
	TOTAL	78	39.199,02	2,83	412,24
Eloí Mendes	Consumo Humano	34	30.781,54	50,04	75,50
	Dessedentação de Animais	27	19.350,00	0,00	111,50
	Outro	2	900,00	0,00	0,00
	Piscicultura	1	180,00	0,00	0,00
	TOTAL	64	51.211,54	50,04	187,00
Espírito Santo do Dourado	Consumo Humano	444	327.274,85	63,94	11.863,33
	Dessedentação de Animais	363	301.673,12	44,94	11.753,18
	Irrigação	70	13.720,35	135,65	143,70
	Lançamento de Efluentes	56	46.676,20	3,05	2,51
	Lavagem de Veículos	1	1.715,00	0,00	0,00
	Outro	8	1.583,00	4,00	5,00
	Piscicultura	83	81.074,30	10,10	8.732,40
	TOTAL	1.025	773.716,82	261,68	32.500,12
Estiva	Consumo Humano	226	140.791,14	523,45	10,07
	Dessedentação de Animais	135	141.310,10	21,06	36,07
	Irrigação	141	21.305,12	75,68	149,51
	Lavagem de Veículos	1	0,00	0,00	6,67
	Outro	11	1.510,01	0,00	0,00
	Piscicultura	21	8.347,00	13,33	0,00
	TOTAL	535	313.263,37	633,52	202,32
Gonçalves	Consumo Humano	698	322.650,71	3,05	19,2
	Consumo Industrial/Agroindustrial	1	6.000	0	0
	Dessedentação de Animais	79	88.652,44	7,31	6,2
	Irrigação	11	602	415,36	5
	Outro	14	931,45	0	0
	Piscicultura	48	18.781	5.007,31	3,5
	TOTAL	851	437.617,60	5.433,03	33,90
Heliodora	Consumo Humano	198	26.271,26	70,38	431,73
	Consumo Industrial/Agroindustrial	5	0	0,32	14
	Dessedentação de Animais	187	37.450,72	99,77	1.728,13
	Irrigação	7	902	1,1	5.432,36
	Lançamento de Efluentes	15	3.100	16,36	0
	Outro	31	10.660	30,27	19,69
	Piscicultura	83	17.285	91,36	969,02
	TOTAL	526	95.668,98	309,56	8.594,93

Cidade	Descrição - Finalidade	Quantidade de registros	Vazão (L/dia)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/dia)
Itajubá	Consumo Humano	174	117.910,87	18,08	6.463,81
	Consumo Industrial/Agroindustrial	3	800,00	0,00	5.000,00
	Dessedentação de Animais	73	107.487,57	14,79	56,24
	Irrigação	19	23.663,16	4.961,41	0,00
	Lançamento de Efluentes	3	4.720,00	0,00	0,00
	Lavagem de Veículos	2	1.450,00	0,00	0,00
	Outro	5	4.121,00	0,01	0,00
	Piscicultura	14	4.959,23	1,00	115,86
	TOTAL	293	265.111,83	4.995,29	11.635,91
Maria da Fé	Abastecimento Público	1	2.016,00	0,00	0,00
	Consumo Humano	486	399.065,93	263,72	177,02
	Consumo Industrial/Agroindustrial	5	7.001,00	0,00	29,00
	Dessedentação de Animais	246	277.132,42	3.040,78	1.076,11
	Irrigação	67	20.269,87	69,34	22,63
	Lançamento de Efluentes	23	31.690,51	0,00	0,00
	Lavagem de Veículos	4	1.800,00	10,00	68,84
	Outro	20	3.475,00	12,30	33,20
	Piscicultura	12	15.480,11	1,00	20,20
	TOTAL	864	757.930,84	3.397,14	1.427,00
Marmelópolis	Consumo Humano	2	760		
	TOTAL	2	760,00	0,00	0,00
Monsenhor Paulo	Consumo Humano	11	3.024	0	0
	Dessedentação de Animais	5	324	0	0
	Outro	13	0	0	7,01
	Piscicultura	2	20	0,01	0
	TOTAL	31	3.368,00	0,01	7,01
Natércia	Consumo Humano	257	200.735,88	0,1	6.010,92
	Consumo Industrial/Agroindustrial	1	370	0	0
	Dessedentação de Animais	279	242.479,08	0,1	6.007,02
	Outro	9	2.007	0	0
	Piscicultura	32	29.137,28	0	27,63
	TOTAL	578	474.729,24	0,20	12.045,57
Paraguaçu	Consumo Humano	174	101.114,01	137,21	82,23
	Consumo Industrial/Agroindustrial	1	0	0	0,3
	Dessedentação de Animais	144	168.341,71	0,6	204,98
	Irrigação	4	2,03	1,02	
	Outro	22	9	10,27	187,23
	Piscicultura	8	8.577,60	0,4	1.504,90
	TOTAL	353	278.044,35	149,50	1.979,64

Cidade	Descrição - Finalidade	Quantidade de registros	Vazão (L/dia)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/dia)
Paraisópolis	Abastecimento Público	1	0	0	5
	Consumo Humano	581	398.756,71	6,15	317,58
	Consumo Industrial/Agroindustrial	6	3.000	0	27,7
	Dessedentação de Animais	521	438.220,37	0,03	3.728,08
	Irrigação	8	1.533	11,03	7
	Lançamento de Efluentes	11	3.673,67	6	18,5
	Outro	15	8.555	2,1	4
	Piscicultura	65	36.330,53	4,1	1.270,12
	TOTAL	1.208	890.069,28	29,41	5.377,98
Pedralva	Consumo Humano	226	47.166,87	7,61	15.025
	Consumo Industrial/Agroindustrial	2	200	0	18
	Dessedentação de Animais	121	28.185,04	5,66	2.258
	Irrigação	4	3.503,60	0,6	0
	Lançamento de Efluentes	4	1.977	0	20
	Lavagem de Veículos	1	0	5	0
	Outro	9	678,03	5,2	0,3
	Piscicultura	27	12.462,90	5	0
	TOTAL	394	94.173,44	29,07	17.321,30
Piranguçu	Consumo Humano	60	49.987,74	5,71	3.364
	Consumo Industrial/Agroindustrial	2	1.000	5	0
	Dessedentação de Animais	18	23.922,34	3,51	26
	Irrigação	18	2.883,03	123,61	0
	Outro	4	1.203,60	0,01	0
	Piscicultura	9	9.371,03	2,51	0
	TOTAL	111	88.367,74	140,35	3.390,00
Piranguinho	Consumo Humano	262	105.292,65	6,99	4.516,02
	Consumo Industrial/Agroindustrial	1	0	0	1
	Dessedentação de Animais	109	59.501,78	5,54	2.240,16
	Irrigação	3	2.230	0,05	0
	Lançamento de Efluentes	2	360	0	0
	Outro	7	1.168,50	1	0
	Piscicultura	34	4.307,87	1.002,21	14,1
	TOTAL	418	172.860,80	1.015,79	6.771,28
Pouso Alegre	Consumo Humano	1.639	925.420,54	820,08	5.173,21
	Consumo Industrial/Agroindustrial	4	1.200	0,8	0,5
	Dessedentação de Animais	1.072	767.994,47	1.398,80	5.018,68
	Irrigação	354	87.822,94	1.089,84	153,78
	Lançamento de Efluentes	8	7.275	8,3	10
	Lavagem de Veículos	4	1.000	0	150
	Outro	121	36.995,30	10,01	55,85
	Piscicultura	114	29.346,62	637,88	132,43
	TOTAL	3.316	1.857.054,87	3.965,71	10.694,45

Cidade	Descrição - Finalidade	Quantidade de registros	Vazão (L/dia)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/dia)
Santa Rita do Sapucaí	Abastecimento Público	1	4.800,00		
	Consumo Humano	372	362.724,61	683,67	162,44
	Consumo Industrial/Agroindustrial	8	12.589	0	40
	Dessedentação de Animais	326	472.193,20	0,61	45,44
	Irrigação	15	440	209,21	0
	Lançamento de Efluentes	2	0	0	23
	Lavagem de Veículos	1	200	0	0
	Outro	24	26.495,90	6.000,21	10
	Piscicultura	13	4.727,49	2,04	30
	TOTAL	762	884.170,20	6.895,74	310,88
São Gonçalo do Sapucaí	Consumo Humano	155	97.459,78	9,86	250,82
	Consumo Industrial/Agroindustrial	17	0	7,61	51,39
	Dessedentação de Animais	178	136.626,05	11,33	389,53
	Irrigação	2	80	0,01	0
	Lançamento de Efluentes	79	33.226,33	5,05	250,82
	Outro	10	4.100	0,11	0
	Piscicultura	1	0	0	0
TOTAL	442	271.492,16	33,97	942,56	
São João da Mata	Consumo Humano	1	0	0,01	0
	Dessedentação de Animais	1	0	0,01	0
	Piscicultura	1	0	0,01	0
TOTAL	3	0,00	0,03	0,00	
São José do Alegre	Consumo Humano	105	65.410,28	0	1.643
	Dessedentação de Animais	93	63.238,27	0	103,2
	Irrigação	2	1,01	2	0
	Lavagem de Veículos	1	1200	0	0
	Outro	3	1	0	1
	Piscicultura	9	2.131	0	43,32
TOTAL	213	131.981,56	2,00	1.790,52	
São Sebastião da Bela Vista	Consumo Humano	138	116.842,44	15,75	3.250,30
	Dessedentação de Animais	140	205.425,35	39,21	3.267,70
	Irrigação	7	600	35,85	5
	Outro	16	10.967	1,22	5,5
	Piscicultura	7	10.901	3	49
TOTAL	308	344.735,79	95,03	6.577,50	
Sapucaí-Mirim	Consumo Humano	444	280.095,17	1,1	2,25
	Dessedentação de Animais	318	233.070,46	0	1
	Irrigação	14	9.000	13,92	0,01
	Lavagem de Veículos	1	1.650	0	0
	Outro	7	505,71	0	0
	Piscicultura	41	33.925,08	0	0
TOTAL	825	558.246,42	15,02	3,26	

Cidade	Descrição - Finalidade	Quantidade de registros	Vazão (L/dia)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/dia)
Senador Amaral	Consumo Humano	10	5.000	1,47	2,2
	Dessedentação de Animais	9	5.830	0	83,4
	Irrigação	15	2.849	23,02	275
	Outro	1	180	0	0
	Piscicultura	1	2.580	0	0
	TOTAL	36	16.439,00	24,49	360,60
Senador José Bento	Consumo Humano	403	324.350,98	8,27	12,01
	Consumo Industrial/Agroindustrial	3	3.900	0	6,7
	Dessedentação de Animais	595	536.546,56	20,97	263,55
	Irrigação	29	31.912,60	16,22	320,33
	Lançamento de Efluentes	2	940	0	0
	Outro	32	25.691,60	0	49,8
	Piscicultura	129	246.825	14,22	419,22
	TOTAL	1.193	1.170.166,74	59,68	1.071,61
Silvianópolis	Consumo Humano	78	69.053,62	1,66	66,51
	Dessedentação de Animais	111	89.623,70	7,01	149,13
	Irrigação	4	9.900	1,01	
	Lançamento de Efluentes	3	1.840		0,38
	Outro	7	10.743,23		
	Piscicultura	1			1
	TOTAL	204	181.160,55	9,68	217,02
Turvolândia	Consumo Humano	245	179.845,27	56,92	3.044,65
	Dessedentação de Animais	178	190.498,57	0,89	3.064,53
	Irrigação	9	3.789,40	51,01	0
	Lançamento de Efluentes	6	8.678	0	2,35
	Outro	4	4,0	0	0
	Piscicultura	5	3.302	0	0
	TOTAL	447	386.117,24	108,82	6.111,53
Wenceslau Brás	Consumo Humano	4	870	1,1	15
	Consumo Industrial/Agroindustrial	1		0	15
	Dessedentação de Animais	3	1.590	1	0
	Irrigação	1		1	0
	Lançamento de Efluentes	1		1	0
	Outro	1		1	0
	TOTAL	11	2.460,00	5,10	30,00

Quantidade de registros	Vazão (L/dia)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/dia)
TOTAL DE CADASTROS	20.245	14.667.407	34.183



15.11 Anexo K – Mapa dos Usos da Água



15.12 Anexo L – Resumo das Demandas Superficiais Outorgadas

	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
1	Piranguçu	Córrego do Gamelão	Córrego do Gamelão	0,011	Abastecimento público
2	Poço Fundo	Córrego da Cachoeira	Córrego da Cachoeira	0,032	Abastecimento público
3	Natércia	Córrego da Laje	Córrego da Laje	0,001	Abastecimento público
4	Cachoeira de Minas	Córrego do Barreiro	Córrego do Barreiro	0,01	Abastecimento público
5	Pedralva	Córrego do Coelho	Córrego do Coelho	0,008	Abastecimento público
6	Wenceslau Brás	Córrego do Quilombo	Córrego do Quilombo	0,015	Abastecimento público
7	Itajubá	Córrego dos Toledos	Córrego dos Toledos	0,05	Abastecimento público
8	Camanducaia	Córrego Jardim das Montanhas	Córrego Jardim das Montanhas	0,004	Abastecimento público
9	Munhoz	Córrego Pedra Vermelha	Córrego Pedra Vermelha	0,012	Abastecimento público
10	Camanducaia	Córrego Recanto Selado	Córrego Recanto Selado	0,005	Abastecimento público
11	Heliódora	Córrego Sem Nome	Córrego Sem Nome	0,003	Abastecimento público
12	PARAGUAÇU	AFLUENTE DO CÓRREGO TAQUARI MD	CÓRREGO TAQUARI	0,032	Abastecimento público
13	Monsenhor Paulo	Córrego Vargem Grande	Córrego Vargem Grande	0,035	Abastecimento público
14	Camanducaia	Ribeirão Cadete	Ribeirão Cadete	0,024	Abastecimento público
15	Piranguinho	Ribeirão do Açudinho	Ribeirão do Açudinho	0,0124	Abastecimento público
16	Senador Amaral	Ribeirão do Caxambú	Ribeirão do Caxambú	0,006	Abastecimento público
17	São Gonçalo do Sapucaí	Ribeirão dos Barretos	Ribeirão dos Barretos	0,068	Abastecimento público
18	Cachoeira de Minas	Ribeirão dos Brochados	Ribeirão dos Brochados	0,0094	Abastecimento público
19	Sapucaí-Mirim	Ribeirão dos Pires	Ribeirão dos Pires	0,0202	Abastecimento público
20	PIRANGUINHO	RIBEIRÃO DOS PORCOS	RIBEIRÃO DOS PORCOS	0,015	Abastecimento público
21	Piranguinho	Ribeirão dos Porcos	Ribeirão dos Porcos	0,015	Abastecimento público
22	Estiva	Ribeirão dos Três Irmãos	Ribeirão dos Três Irmãos	0,05	Abastecimento público
23	PIRANGUÇU	Ribeirão Piranguçu	Ribeirão Piranguçu	0,011	Abastecimento público
24	SILVIANÓPOLIS	Ribeirão Santa Barbara	Ribeirão Santa Barbara	0,001	Abastecimento público
25	Natércia	Ribeirão São Bernardo	Ribeirão São Bernardo	0,015	Abastecimento público

	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
26	TURVOLÂNDIA	AFLUENTE DO CÓRREGO DO CURTUME ME	RIBEIRÃO TURVO	0,0035	Abastecimento público
27	Brasópolis	Ribeirão Vargem Grande	Ribeirão Vargem Grande	0,04	Abastecimento público
28	Piranguinho	Ribeirão Vermelho	Ribeirão Vermelho	0,0058	Abastecimento público
29	Camanducaia	Rio Camanducaia	Rio Camanducaia	0,05	Abastecimento público
30	ESPÍRITO SANTO DO DOURADO	RIO DOURADO	RIO DOURADO	0,006	Abastecimento público
31	Carvalhópolis	Rio Dourado	Rio Dourado	0,016	Abastecimento público
32	ESTIVA	AFLUENTE DO RIBEIRÃO DOS TRÊS IRMÃOS ME	RIO ITAIM	0,0001	Abastecimento público
33	MARIA DA FÉ	CÓRREGO DO CAMBUÍ	RIO LOURENÇO VELHO	0,04	Abastecimento público
34	BORDA DA MATA	RIO MANDU	RIO MANDU	0,05	Abastecimento público
35	POUSO ALEGRE	RIO MANDU	RIO MANDU	0,35	Abastecimento público
36	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	RIBEIRÃO DOS BARRETOS	RIO SAPUCAÍ	0,068	Abastecimento público
37	CONGONHAL	RIBEIRÃO SÃO JOSÉ	RIO SAPUCAÍ	0,019	Abastecimento público
38	HELIODORA	CÓRREGO BOA VISTA	RIO SAPUCAÍ	0,005	Abastecimento público
39	Careaçu	Rio Sapucaí	RIO SAPUCAÍ	0,025	Abastecimento público
40	Cordislândia	Rio Sapucaí	RIO SAPUCAÍ	0,01	Abastecimento público
41	Itajubá	Rio Sapucaí	RIO SAPUCAÍ	0,28	Abastecimento público
42	Piranguinho	Rio Sapucaí	RIO SAPUCAÍ	0,01	Abastecimento público
43	Santa Rita do Sapucaí	Rio Sapucaí	RIO SAPUCAÍ	0,304	Abastecimento público
44	PEDRALVA	Rio Sapucaí	RIO SAPUCAÍ	0,0288	Abastecimento público
45	Santa Rita do Sapucaí	Rio Sapucaí	RIO SAPUCAÍ	0,30417	Abastecimento público
46	Pouso Alegre	Rio Sapucaí Mirim	Rio Sapucaí Mirim	0,13	Abastecimento público
47	Conceição dos Ouros	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,03	Abastecimento público
48	Pouso Alegre	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,06	Abastecimento público
49	CAMBUÍ	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,065	Abastecimento público
50	Pouso Alegre	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,13	Abastecimento público
51	HELIODORA	RIBEIRÃO SANTA ISABEL	RIO TURVO	0,012	Abastecimento público
52	TURVOLÂNDIA	CÓRREGO DA PRATA	RIO TURVO	0	Abastecimento público
			VAZÃO TOTAL	2,5074	

	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
1	HELIODORA	CÓRREGO SERTÃOZINHO	CÓRREGO SERTÃOZINHO	0,0016	Aqüicultura
2	TURVOLÂNDIA	RIBEIRÃO SÃO DOMINGOS	RIBEIRÃO SÃO DOMINGOS	0,0002	Aqüicultura
3	DELFIN MOREIRA	RIO DE BICAS	RIO DE BICAS	0,006	Aqüicultura
4	Monsenhor Paulo	AFLUENTE DO RIO DOURADO	RIO DOURADO	0,0002	Aqüicultura
5	POUSO ALEGRE	AFLUENTE DO RIBEIRÃO DO PÂNTANO MD	RIO MANDU	0,0003	Aqüicultura
6	SÃO SEBASTIÃO DA BELA VISTA	CÓRREGO DAS INHUMAS	RIO MANDU	0,0002	Aqüicultura
7	São Gonçalo do Sapucaí	AFLUENTE DO RIO OUVIDOR DE BAIXO	RIO OUVIDOR DE BAIXO	0,0001	Aqüicultura
8	POUSO ALEGRE	CÓRREGO SEM NOME	Rio sapucaí	0,0013	Aqüicultura
			VAZÃO TOTAL	0,0099	
	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
1	CONCEIÇÃO DOS OUROS	RIBEIRÃO DA CHAPADA	RIBEIRÃO DA CHAPADA	0,003	Consumo agroindustrial
2	CONGONHAL	RIBEIRÃO SANTO ANTÔNIO	RIO DO CERVO	0,001	Consumo agroindustrial
3	ESPÍRITO SANTO DO DOURADO	CÓRREGO CHICA COSTA	RIO DO CERVO	0,0024	Consumo agroindustrial
4	CAMBUÍ	CÓRREGO CAMBUÍ VELHO	RIO ITAIM	0,007	Consumo agroindustrial
5	ESTIVA	RIBEIRÃO TRÊS IRMÃOS	RIO ITAIM	0,03	Consumo agroindustrial
6	HELIODORA	Rio Turvo	Rio Sapucaí	0,057	Consumo agroindustrial
			VAZÃO TOTAL	0,1004	
	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
1	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	CÓRREGO DO ATERRADO	Bacia do rio Sapucaí	0,0024	Consumo industrial
2	PARAGUAÇU	AFLUENTE DO CÓRREGO DO ROSÁRIO MD	CÓRREGO DO ROSÁRIO	0,0014	Consumo industrial
3	PARAGUAÇU	AFLUENTE DO CÓRREGO DO ROSÁRIO	CÓRREGO DO ROSÁRIO	0,0042	Consumo industrial
4	POUSO ALEGRE	RIBEIRÃO DOS LOPES	RIBEIRÃO DA LIMEIRA	0,026	Consumo industrial
5	POUSO ALEGRE	RIBEIRÃO DAS FLORES	RIBEIRÃO DAS FLORES	0,0004	Consumo industrial
6	POUSO ALEGRE	RIBEIRÃO DAS MORTES OU DOS BARREIROS	RIBEIRÃO DAS MORTES OU DOS BARREIROS	0,004	Consumo industrial
7	CONCEIÇÃO DOS OUROS	AFLUENTE DO RIBEIRÃO OURO VELHO	RIBEIRÃO OURO VELHO	0,0015	Consumo industrial
8	CONCEIÇÃO DOS OUROS	RIBEIRÃO SANTO ANTÔNIO	RIBEIRÃO SANTO ANTÔNIO	0,0025	Consumo industrial
9	CONCEIÇÃO DOS OUROS	AFLUENTE DO CÓRREGO DA ÁGUA RASA MD	RIO CAPIVARI	0,0002	Consumo industrial
10	CONCEIÇÃO DOS OUROS	AFLUENTE DO CÓRREGO DA ÁGUA RASA MD	RIO CAPIVARI	0,0015	Consumo industrial
11	CONCEIÇÃO DOS OUROS	RIBEIRÃO DO PINTO	RIO CAPIVARI	0,004	Consumo industrial

	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
12	CONCEIÇÃO DOS OUROS	CÓRREGO ÁGUA RASA	RIO CAPIVARI	0,003	Consumo industrial
13	CONGONHAL	RIBEIRÃO SÃO JOSÉ	RIO DO CERVO	0,004	Consumo industrial
14	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	RIBEIRÃO DO FEIJÃO	RIO DO FEIJÃO	0,012	Consumo industrial
15	CAMBUÍ	CÓRREGO LAVA PÉS	RIO ITAIM	0,0016	Consumo industrial
16	DELFIN MOREIRA	RIBEIRÃO TABUÃO	RIO SANTO ANTÔNIO	0,042	Consumo industrial
17	Itajubá	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,01806	Consumo industrial
18	Itajubá	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,019	Consumo industrial
19	Conceição dos Ouros	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,004	Consumo industrial
20	NATÉRCIA	AFLUENTE DO CÓRREGO DO MACHADO MD	RIO TURVO	0,0001	Consumo industrial
21	PIRANGUINHO	CÓRREGO DA ONÇA	rio Verde	0,0000	Consumo industrial
			VAZÃO TOTAL	0,1519	
	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
1	MACHADO	AFLUENTE DO RIO SAPUCAÍ ME	AFLUENTE DO RIO SAPUCAÍ ME	0,001	Irrigação
2	POUSO ALEGRE	CÓRREGO DA FAZENDA	CÓRREGO DA FAZENDA	0	Irrigação
3	TURVOLÂNDIA	CÓRREGO DO ANGOLA	CÓRREGO DO ANGOLA	0,0035	Irrigação
4	TURVOLÂNDIA	CÓRREGO DA ROSETA	CÓRREGO DO ANGOLA	0,003	Irrigação
5	SÃO SEBASTIÃO DA BELA VISTA	CÓRREGO DO JIRAU	CÓRREGO DO JIRAU	0,016	Irrigação
6	SÃO SEBASTIÃO DA BELA VISTA	RIBEIRÃO DA PALMA	RIBEIRÃO DA PALMA	0,015	Irrigação
7	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	CÓRREGO VERMELHO	RIBEIRÃO DO FEIJÃO	0,008	Irrigação
8	GONÇALVES	AFLUENTE DO RIBEIRÃO DO LAMبارI ME	RIBEIRÃO DO LAMبارI	0,001	Irrigação
9	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	RIBEIRÃO MOINHO VELHO	RIBEIRÃO MOINHO VELHO	0,004	Irrigação
10	MONSENHOR PAULO	AFLUENTE DO CÓRREGO SERRANO ME	RIBEIRÃO SÃO DOMINGOS	0,007	Irrigação
11	TURVOLÂNDIA	CÓRREGO DO CAPINZAL	RIBEIRÃO TURVO	0,025	Irrigação
12	POUSO ALEGRE	CÓRREGO DA ROSETA	RIO DO CERVO	0,004	Irrigação
13	POUSO ALEGRE	RIBEIRÃO DOS AFONSOS	RIO DO CERVO	0,014	Irrigação
14	CARVALHÓPOLIS	RIO DOURADO	RIO DOURADO	0,0389	Irrigação
15	MACHADO	AFLUENTE DO RIO DOURADO MD	RIO DOURADO	0,002	Irrigação

	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
16	MACHADO	AFLUENTE DO RIO DOURADO MD	RIO DOURADO	0,0018	Irrigação
17	MACHADO	Afluente MD do Rio Dourado	RIO DOURADO	0,0028	Irrigação
18	POUSO ALEGRE	RIBIERÃO DO PÂNTANO	RIO MANDU	0,014	Irrigação
19	PARAGUAÇU	AFLUENTE DO RIO OUVIDOR DE BAIXO ME	RIO OUVIDOR DE BAIXO	0,0075	Irrigação
20	PARAGUAÇU	AFLUENTE DO RIO OUVIDOR DE BAIXO ME	RIO OUVIDOR DE BAIXO	0,01	Irrigação
21	PARAGUAÇU	AFLUENTE DO RIO OUVIDOR DE BAIXO ME	RIO OUVIDOR DE BAIXO	0,01	Irrigação
22	PARAGUAÇU	Córrego Sem Nome	Rio Sapucaí	0,0246	Irrigação
23	PARAGUAÇU	Córrego Sem Nome	Rio Sapucaí	0,0029	Irrigação
24	PARAGUAÇU	Córrego Sem Nome	Rio Sapucaí	0,0081	Irrigação
25	MACHADO	CÓRREGO AFLUENTE DO RIO SAPUCAI	Rio Sapucaí	0	Irrigação
26	TURVOLÂNDIA	RIBEIRÃO DO TURVO	Rio Sapucaí	0,0186	Irrigação
27	Paraguaçu	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,01288	Irrigação
28	Silvianópolis	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,01111	Irrigação
29	Pouso Alegre	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,00556	Irrigação
30	Cachoeira de Minas	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,01389	Irrigação
31	HELIODORA	RIO TURVO	RIO TURVO	0,003	Irrigação
32	HELIODORA	RIBERÃO AREADO	RIO TURVO	0,012	Irrigação
			VAZÃO TOTAL	0,3011	
	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
1	Paraguaçu	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,0004	Mineração
2	Paraguaçu	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,002222	Mineração
3	São Gonçalo do Sapucaí	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,0025	Mineração
4	Elói Mendes	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,0025	Mineração
5	Santa Rita do Sapucaí	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,002778	Mineração
6	Elói Mendes	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,004167	Mineração
7	Cordislândia	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,00533	Mineração
8	Santa Rita do Sapucaí	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,005556	Mineração
9	Santa Rita do Sapucaí	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,005556	Mineração

	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
10	Santa Rita do Sapucaí	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,005556	Mineração
11	Paraguaçu	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,005557	Mineração
12	Turvolândia	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,0099	Mineração
13	Piranguinho	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,0135	Mineração
14	Itajubá	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,015722	Mineração
15	Paraguaçu	Rio Sapucaí	Rio Sapucaí	0,023611	Mineração
16	Careaçu	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,002222	Mineração
17	Careaçu	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,002222	Mineração
18	Careaçu	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,002222	Mineração
19	Careaçu	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,002778	Mineração
20	Careaçu	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,002778	Mineração
21	São Sebastião da Bela Vista	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,002778	Mineração
22	São Sebastião da Bela Vista	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,002778	Mineração
23	São Sebastião da Bela Vista	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,002778	Mineração
24	Careaçu	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,003889	Mineração
25	Careaçu	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,005	Mineração
26	Careaçu	Rio Sapucaí Grande	Rio Sapucaí Grande	0,005	Mineração
27	Cachoeira de Minas	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,001944	Mineração
28	Pouso Alegre	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,009722	Mineração
29	Paraisópolis	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,0125	Mineração
30	Paraisópolis	Rio Sapucaí-Mirim	Rio Sapucaí-Mirim	0,0125	Mineração
			VAZÃO TOTAL	0,1760	



	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
1	CONSOLAÇÃO	AFLUENTE DA MARGEM DIREITA DO CÓRREGO DA CACHOEIRA	Córrego da Cachoeira	0,0000	Dessedentação de animais
2	POUSO ALEGRE	AFLUENTE DO RIBEIRÃO PANTANOZINHO ME	RIO MANDU	0,0001	Dessedentação de animais
			VAZÃO TOTAL	0,0001	
	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	FINALIDADE
1	POUSO ALEGRE	CÓRREGO SÃO JACINTO	RIO SAPUCAÍ	0,0022	Outros
2	POUSO ALEGRE	CÓRREGO SEM NOME	RIO SAPUCAÍ	0,0022	Outros
3	MARIA DA FÉ	AFLUENTE DO RIBEIRÃO SABARÁ ME	RIBEIRÃO SABARÁ	0,0007	Outros
			VAZÃO TOTAL	0,0051	
			TOTAL VAZÃO	3,2518	