



# **PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ**

## **Resumo Executivo**

*Belo Horizonte*

*Julho / 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](http://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 km<sup>2</sup>. 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

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO.....</b>	<b>15</b>
2.1 Geologia e Recursos Hídricos de Subsuperfície.....	15
2.2 Recursos Minerais .....	17
2.3 Geomorfologia.....	17
2.4 Pedologia .....	21
2.5 Clima.....	24
<b>3. DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO.....</b>	<b>32</b>
3.1 Diagnóstico da vegetação da bacia do rio sapucaí.....	32
3.1.1 Metodologia .....	32
3.1.2 Caracterização da vegetação.....	33
3.1.3 Estado de conservação da vegetação da Bacia do rio Sapucaí .....	36
3.2 Diagnóstico dos aspectos da Fauna.....	45
3.2.1 Fauna associada à Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí .....	45
3.2.2 Áreas de Conservação de Fauna .....	51
<b>4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....</b>	<b>53</b>
4.1 Metodologia .....	53
4.2 Resultados .....	53
<b>5. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL.....</b>	<b>66</b>
5.1 Estudos hidrológicos já realizados na bacia .....	66
5.2 Metodologia de Quantificação de Disponibilidade Hídrica .....	68
5.3 Considerações Finais e Recomendações .....	88
<b>6. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>90</b>
6.1 Fontes e formas de poluição das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí .....	92
6.2 Resultados .....	94
6.3 Considerações Finais .....	102
<b>7. DIAGNÓSTICO DA DINÂMICA SOCIAL.....</b>	<b>103</b>
7.1 Caracterização Demográfica.....	103
7.2 Diagnóstico dos Aspectos Econômicos .....	113
<b>8. SANEAMENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>121</b>
8.1 Abastecimento de Água .....	122
8.2 Esgotamento sanitário .....	124
8.3 Resíduos Sólidos .....	138
<b>9. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOBRE OUTORGA NA BACIA DO RIO SAPUCAÍ</b>	<b>140</b>
9.1 Campanha de Regularização do Uso da Água.....	141
9.2 Outorgas Significantes de mananciais Superficiais .....	142
9.3 Outorgas Significantes de Mananciais Subterrâneos.....	148

9.4	Comparação entre as evoluções temporais das outorgas superficiais e subterrâneas	150
10.	<b>DEMANDA HÍDRICA SUPERFICIAL</b>	152
10.1	Evolução da demanda hídrica superficial	153
10.2	Conclusões	158
11.	<b>BALANÇO HÍDRICO SUPERFICIAL</b>	160
12.	<b>IDENTIFICAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INCREMENTO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE DEMANDAS E DISPONIBILIDADES</b>	166
12.1	Alternativas de incremento das disponibilidades hídricas	166
13.	<b>COMPATIBILIZAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE DEMANDA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE FORMA A ALCANÇAR OS CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO ESTABELECIDOS, NUM HORIZONTE DE TEMPO ESTABELECIDO</b>	169
14.	<b>ESTIMATIVA DA CARGA POLUIDORA E DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS</b>	180
14.1	Resíduos lançados diretamente no corpo d'água	180
14.2	Resíduos lançados indiretamente no corpo d'água	182
15.	<b>ENQUADRAMENTO</b>	184
15.1	Aspectos legais	184
15.2	Diretrizes para o enquadramento da Bacia do Rio Sapucaí	185
15.3	Diagnóstico dos usos preponderantes	186
15.4	Qualidade das águas e fontes de poluição	189
15.5	Demanda hídrica superficial	189
15.6	Identificação de conflitos potenciais	190
15.7	Sugestão para o Enquadramento da bacia do Rio Sapucaí	192
15.8	Considerações Finais	195
16.	<b>COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS</b>	196
16.1	Diretrizes para a cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Sapucaí	199
17.	<b>PLANOS DE AÇÃO</b>	204
17.1	Metodologia de elaboração dos Planos de Ação	204
17.2	Temas e ações propostas	205
17.3	Custos de Implantação do Plano de Ação	210
18.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	220
19.	<b>ANEXOS</b>	229
19.1	ANEXO A – Mapa Hipsométrico	229
19.2	ANEXO B – Mapa Geológico	231
19.3	ANEXO C – Mapa Hidrogeológico	233
19.4	ANEXO D – Processos Minerais na Bacia do Rio Sapucaí	235
19.5	ANEXO E – Mapa de Uso e Ocupação do Solo	237
19.6	ANEXO F – Indicadores de Saneamento Básico	238
19.7	ANEXO G – Cadastro da Campanha de Regularização	241
19.8	ANEXO H – Mapa dos Usos das Águas	249
19.9	ANEXO I – Resumo das Demandas Outorgadas	251

## Lista de Fotos

Foto 1 – Mares de morro de Maria da Fé /MG .....	18
Foto 2 – Planície de inundação em Turvolândia .....	19
Foto 3 – Afloramento rochoso próximo a Turvolândia .....	20
Foto 4 – Aspecto das residências alagadas pelas águas do Rio Sapucaí, a margem da BR 290, na saída de Pouso Alegre para Ouro Fino .....	21
Foto 5 – Latossolo vermelho-amarelo exposto, preparado para o cultivo .....	22
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. ....	24
Fotos 7 e 8 – Vegetação Ciliar substituída por pastagens e áreas urbanas .....	38
Fotos 9 e 10 – Vegetação Ciliar substituída por plantios de arroz e espécies exóticas .....	39
Foto 11 – APP's de topo de morro substituídas por culturas .....	39
Foto 12 – APPs de topo de morro substituídas por culturas .....	40
Fotos 13 e 14 – Plantações de café em encostas e os sinais evidentes de degradação e exposição do solo à erosão na foto da direita. ....	60
Foto 15 – Enchente em Pouso Alegre – fevereiro de 2009 .....	112
Foto 16 – Situação do Aterro Sanitário de Elói Mendes em 24/02/2010. ....	183

## Lista de Figuras

Figura 1 – Municípios da bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí .....	12
Figura 2 – Encarte Tectônico .....	16
Figura 3 – Estações pluviométricas na Bacia do Sapucaí .....	27
Figura 4 – Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na bacia do rio Sapucaí .....	42
Figura 5 – Áreas prioritárias para a conservação da Flora na bacia do rio Sapucaí .....	43
Figura 6 – Estações fluviométricas adotadas para o estudo hidrológico da bacia do rio Sapucaí .....	70
Figura 7 – Pontos notáveis da $Q_{7,10}$ para a bacia do Sapucaí .....	72
Figura 8 – Localização das estações de amostragem de qualidade das águas na bacia do Rio Sapucaí .....	91
Figura 9 – Distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem de 1997 a 2006 .....	95
Figura 10 – Distribuição das faixas do CT (Contaminação por tóxicos) por estação de amostragem de 1997 a 2007 .....	97
Figura 11 – Concessionárias de Água na Bacia do Rio SAPUCAÍ .....	123
Figura 12 – Concessionárias de esgoto na Bacia do Rio SAPUCAÍ .....	126
Figura 13 – Pontos notáveis tomados como referência para balanço-hídrico superficial bem como espacialização das outorgas totais na bacia. ....	161
Figura 14 – Bacia do Rio Grande. Em vermelho, destaque para a Bacia do Rio Sapucaí. ....	200

## Lista de Quadros

Quadro 1 – Espécies de Avifauna encontradas na Bacia do Rio Sapucaí .....	46
Quadro 2 – Lista de espécies da mastofauna .....	48
Quadro 3 – Resultado das espécies de ictiofauna levantadas em bibliografia .....	50
Quadro 4 – Pedidos de licença ambiental para barragens de energia elétrica na bacia do rio Sapucaí .....	62
Quadro 5 – Principais Indústrias na bacia do Rio Sapucaí .....	64
Quadro 6 – Descrição das Estações de Amostragem de Qualidade de Água .....	90
Quadro 7 – 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 .....	100

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Perfil longitudinal do Rio Sapucaí .....	14
--	----

Gráfico 2 – Sazonalidade média das chuvas para três municípios da Bacia do Sapucaí.....	30
Gráfico 3 – Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários segundo trechos da bacia do rio Sapucaí – 51 municípios .....	55
Gráfico 4 – Estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar .....	56
Gráfico 5 – Principais culturas em termos de área plantada: lavouras temporária e permanente. ....	58
Gráfico 6 – Principais produtos agrícolas nos municípios com território na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí.....	59
Gráfico 7 – Distribuição percentual dos municípios da GD5 por classes de tamanho da população	107
Gráfico 8 – Evolução da densidade demográfica .....	110
Gráfico 9 – Campanha Uso Legal – GD5 – Finalidades de Uso.....	142
Gráfico 10 – Outorgas Superficiais na bacia do Rio Sapucaí (numero de outorgas) .....	143
Gráfico 11 – Porcentagem de acordo com o numero de outorgas para uso de água subterrânea....	149
Gráfico 12 - Evoluções temporais das outorgas superficiais e subterrâneas .....	150
Gráfico 13 – Demandas (vazões em m <sup>3</sup> /s) outorgadas a nível estadual (junho/09) e federal (dez/2008) para os diferentes usos. ....	153

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Características Fisiográficas da Bacia do Rio Sapucaí .....	13
Tabela 2 – Identificação das estações utilizadas .....	28
Tabela 3 – Precipitação Acumulada na Bacia do Sapucaí .....	29
Tabela 4 – Cobertura de vegetação nativa (em hectares) por município da Bacia do rio Sapucaí segundo Carvalho <i>et al.</i> 2005 .....	34
Tabela 5 – Unidades de Conservação de Proteção Integral existentes na Bacia do rio Sapucaí.....	44
Tabela 7 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável existentes na Bacia do rio Sapucaí.....	44
Tabela 7 – Tabela de quantificação dos Usos do Solo da bacia do rio Sapucaí.....	54
Tabela 8 - Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários em 2006 - Percentual (%) .....	55
Tabela 9 - Principais produtos da lavoura temporária e permanente Minas Gerais – 2007.....	57
Tabela 10 – Dados das estações fluviométricas utilizadas por Maia (2003). .....	67
Tabela 11 – Dados das estações fluviométricas utilizadas.....	71
Tabela 12 – Resumo da disponibilidade hídrica em termos de $Q_{7,10}$ e vazão específica (q). .....	78
Tabela 13 – Comparação dos valores da $Q_{7,10}$ para as estações da Tabela 18 com os estimados pelas equações de ajustes Eqs.01 e 02.....	79
Tabela 14 – Disponibilidade hídrica superficial mínima ( $Q_{7,10}$ ) em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência.....	81
Tabela 15 – Resumo da disponibilidade hídrica em termos de $Q_{máx,10}$ e vazão específica (q) .....	83
Tabela 16 – Comparação dos valores da $Q_{máx,10}$ para as estações da Tabela 20 com os estimados pela equação de ajuste (Eq.05). .....	84
Tabela 17 – Vazões máximas em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência. ....	85
Tabela 18 – Comparação dos valores da $Q_{mfp}$ para as estações da Tabela 16 com os estimados pela equação de ajuste (Eq.03). .....	86
Tabela 19 – Vazões médias de longo período em pontos notáveis na bacia, bem como as estações fluviométricas usadas como referência. ....	87
Tabela 20 – Resultados do IQA para as estações na bacia do Rio Sapucaí de 1997 a 2006 .....	96
Tabela 21 – Resultados da CT para as estações na bacia do Rio Sapucaí de 1997 a 2007 .....	98
Tabela 22 – Caracterização da população residente por trecho da GD5 - São Paulo e Minas Gerais - 2007.....	103
Tabela 23 – Municípios que compõem os trechos Alto, Médio e Baixo da bacia hidrográfica do rio Sapucaí (GD5) e forma de inserção (total ou parcial).....	104
Tabela 24 – Indicadores demográficos - municípios mineiros com área parcial e sede administrativa fora da GD5 – 2007 .....	106
Tabela 25 – Classes de tamanho da população dos 51 municípios da GD5 .....	107
Tabela 26 – Indicadores demográficos - municípios mineiros com sede administrativa na bacia – 2007 .....	108
Tabela 27 – Evolução da densidade demográfica – 1970 - 2007.....	110
Tabela 28 – Índice de desenvolvimento Humano – 2000. Estados e municípios com maior IDH-M .	111
Tabela 29 – Inserção dos municípios da GD5 nas microrregiões de Saúde .....	111
Tabela 30 – Composição Setorial do Produto Interno Bruto Total Segundo Setores de Atividade Econômica das Microrregiões de Itajubá, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí – MG .....	114



Tabela 31 – Composição do Produto Interno Bruto Total Segundo Setores de Atividade Econômica para Municípios, Microrregiões, Mesorregião e Estado de Minas Gerais - 1998 .....	114
Tabela 32 – Valores adicionados em R\$ .....	116
Tabela 33 – Clusters do Complexo Eletrônico - 2000.....	118
Tabela 34 – Distâncias rodoviárias entre alguns municípios da bacia e principais centros nacionais.....	119
Tabela 35 – Proporção de municípios da GD5 cujos dados foram disponibilizados para o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto -2006 .....	121
Tabela 36 – Indicadores do serviço de abastecimento de água, por trecho da GD5 -2006.....	124
Tabela 37 – Proporção de moradores atendidos por rede geral de esgoto – Trechos da GD5.....	125
Tabela 38 – Gestão de resíduos sólidos.....	138
Tabela 39 – Outorgas Superficiais significativas concedidas na bacia do Rio Sapucaí.....	143
Tabela 40 – Outorgas de mananciais superficiais por ponto notável. ....	144
Tabela 41 – Outorgas para água subterrânea na Bacia do Rio Sapucaí .....	149
Tabela 42 – Demandas outorgadas a nível estadual (junho/09) e federal (dez/2008) para os diferentes usos consuntivos. ....	152
Tabela 43 – Taxas de crescimento(em %) para os usos consuntivos de água outorgados na bacia do rio Sapucaí considerando um cenário ideal. Período 2004-2020. ....	155
Tabela 44 - Evolução da demanda outorgada de 2009 até 2020, em m <sup>3</sup> /s (demandas outorgadas pelo IGAM e ANA).....	157
Tabela 45 – Comparação da disponibilidade hídrica em termos de Q <sub>7,10</sub> em pontos notáveis da bacia do Sapucaí x Demanda Hídrica outorgada. ....	163
Tabela 46– Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 01 – Lourenço Velho. ....	170
Tabela 47 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 02.....	170
Tabela 48 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 03.....	171
Tabela 49 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 04.....	171
Tabela 50 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 05.....	172
Tabela 51 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 06.....	172
Tabela 52 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 07.....	173
Tabela 53 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 08.....	173
Tabela 54 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 09.....	174
Tabela 55 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 10.....	174
Tabela 56 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 11.....	175
Tabela 57 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 12.....	175
Tabela 58 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 13.....	176
Tabela 59 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 14.....	176
Tabela 60 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 15.....	177
Tabela 61 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 16.....	178
Tabela 62 – Coliformes totais na Bacia do Rio Sapucaí.....	181
Tabela 63 – Demanda Bioquímica de Oxigênio da bacia do rio Sapucaí.....	182
Tabela 64 – Simulação de Arrecadação .....	202
Tabela 65 – Recursos necessários para execução das Metas de Gestão.....	210
Tabela 66 – Cronograma Físico de implantação das principais ações propostas neste Plano de Ações.....	214

## 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 altitude, 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 km<sup>2</sup>. 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.

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 km<sup>2</sup>. 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.

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.

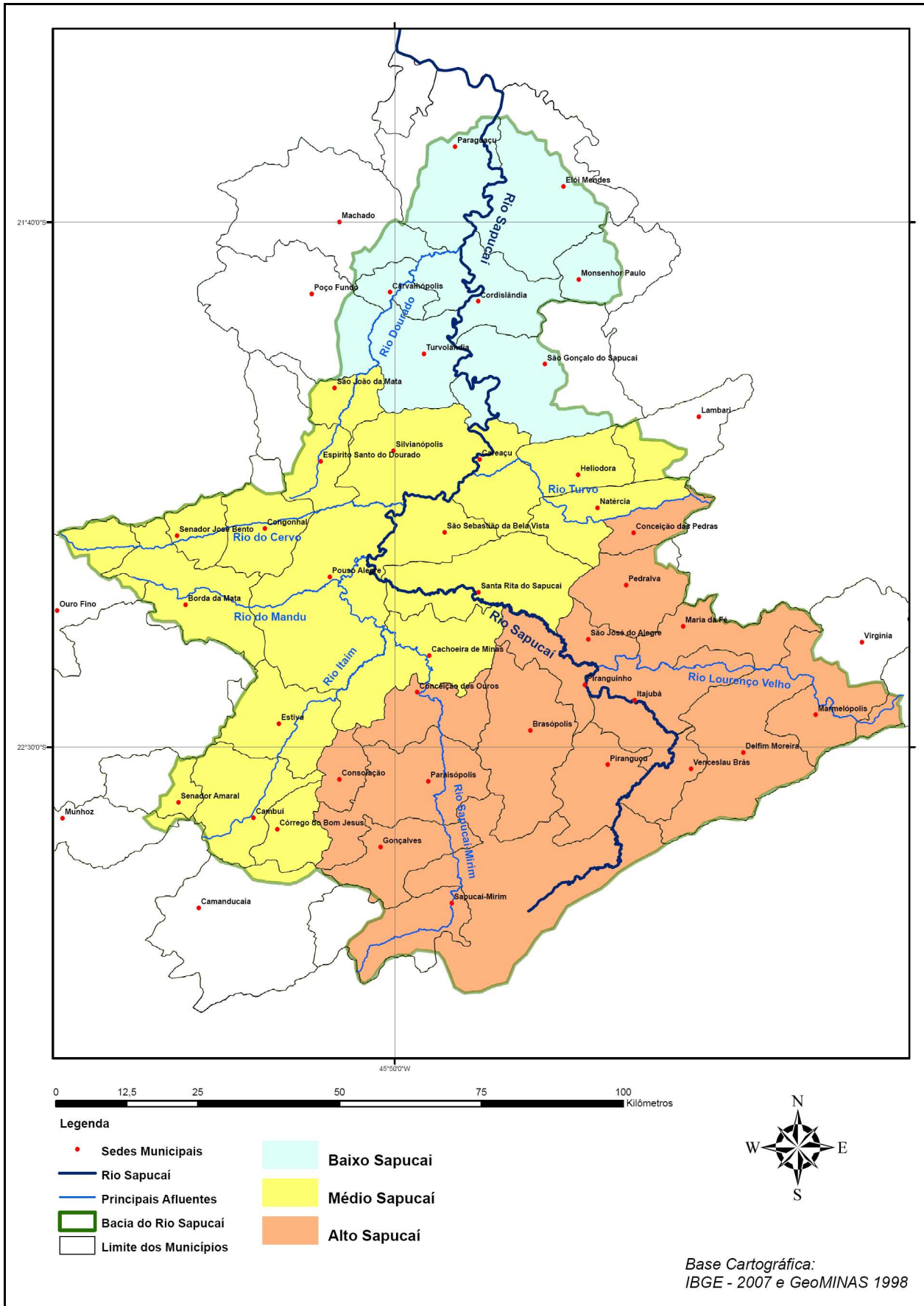
O Alto Sapucaí compreende os municípios de Brasópolis, Conceição dos Ouros, Conceição das Pedras, Consolação, Delfim Moreira, Gonçalves, Itajubá, Maria da Fé, Marmelópolis, Paraisópolis, Pedralva, Piranguinho Piranguçu, São José do Alegre, Sapucaí – Mirim, Wenceslau Brás, Virgínia, Passa Quatro, Campos do Jordão (SP), Santo Antônio do Pinhal (SP), São Bento (SP), e apresenta uma área de 3.924 km<sup>2</sup>.

O Médio Sapucaí compreende os municípios de Borda da Mata, Cachoeira de Minas Cambuí, Careagu, Congonhal, Córrego do Bom Jesus, Espírito Santo do Dourado, Estiva, Heliodora, 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 km<sup>2</sup>.

O Baixo Sapucaí apresenta uma área de 1.700 km<sup>2</sup>, 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**

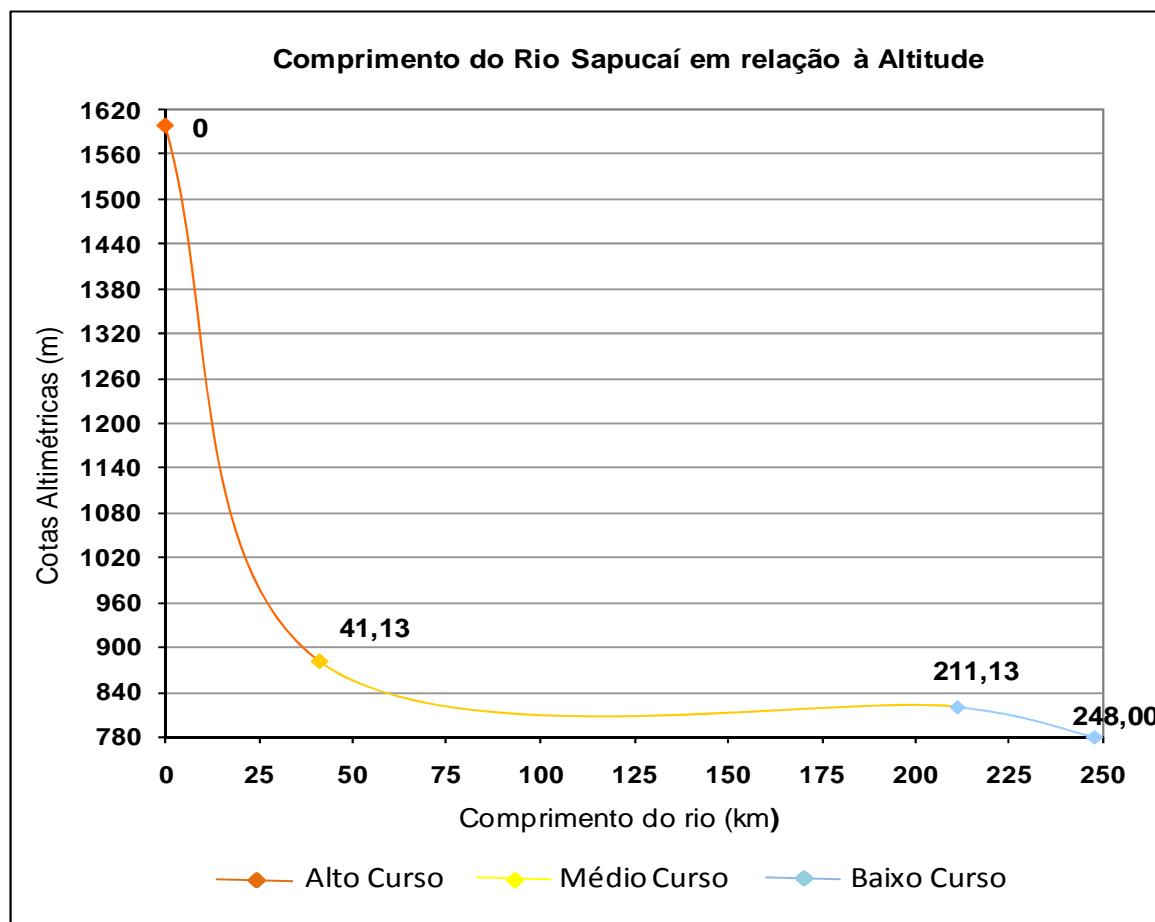
A divisão da bacia proposta em Alto, Médio e baixo Sapucaí foi retirado de estudos desenvolvidos pelo IGAM e pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí.

**Tabela 1 – Características Fisiográficas da Bacia do Rio Sapucaí**

Características Gerais da Bacia do Rio Sapucaí		Unidade
Área da bacia	9.465,16	km <sup>2</sup>
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	-

✓ **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 1).



**Gráfico 1 – Perfil longitudinal do Rio Sapucaí.**

De acordo com o Gráfico 1, 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 velocidades de escoamento sejam altas. Em virtude da velocidade que o rio Sapucaí adquire 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. CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO**

### **2.1 Geologia e Recursos Hídricos de Subsuperfície**

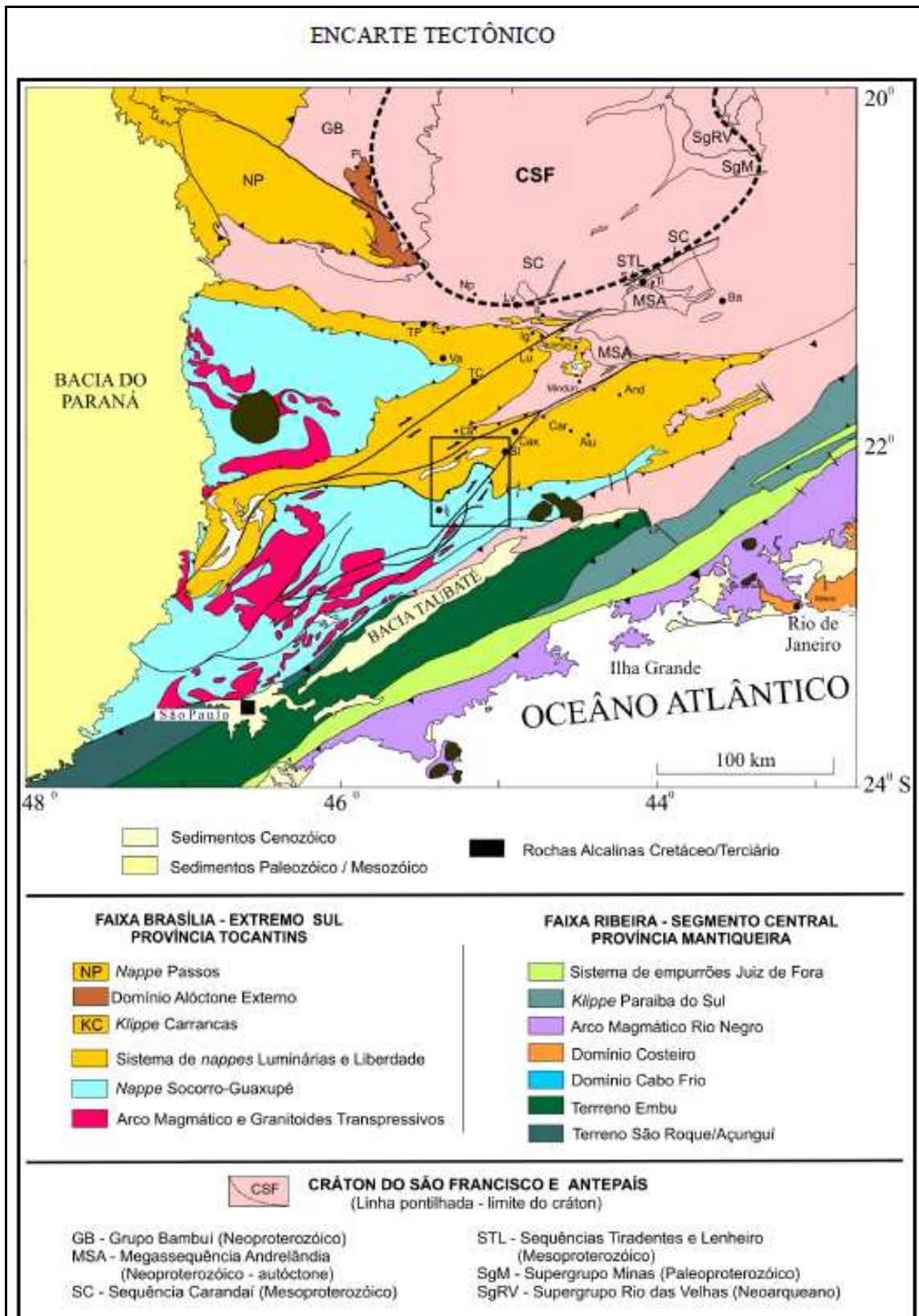
#### **2.1.1 Metodologia**

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 Sítio [www.comitepcj.sp.gov.br/download/Tesemirna\\_7\\_Hidro\\_Crist.pdf](http://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.

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.

#### **2.1.2 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 e Anexo B.



**Figura 2 – Encarte Tectônico**

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



### **2.1.3 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.

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.

### **2.1.4 Litologia da Bacia**

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.

## **2.2 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.

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.

## **2.3 Geomorfologia**

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)

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.

### 2.3.1 Unidades Geomorfológicas

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

#### ✓ 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

### ✓ 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**

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.

### ✓ Afloramentos Rochosos

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

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**

### **2.3.2 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**

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.

## **2.4 Pedologia**

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.

### **2.4.1 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.

#### **2.4.2 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 alvíco.

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

### 2.4.3 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).

### 2.4.4 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.

### 2.4.5 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 6 – 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.**

## 2.5 Clima

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.



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.

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.

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, 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.

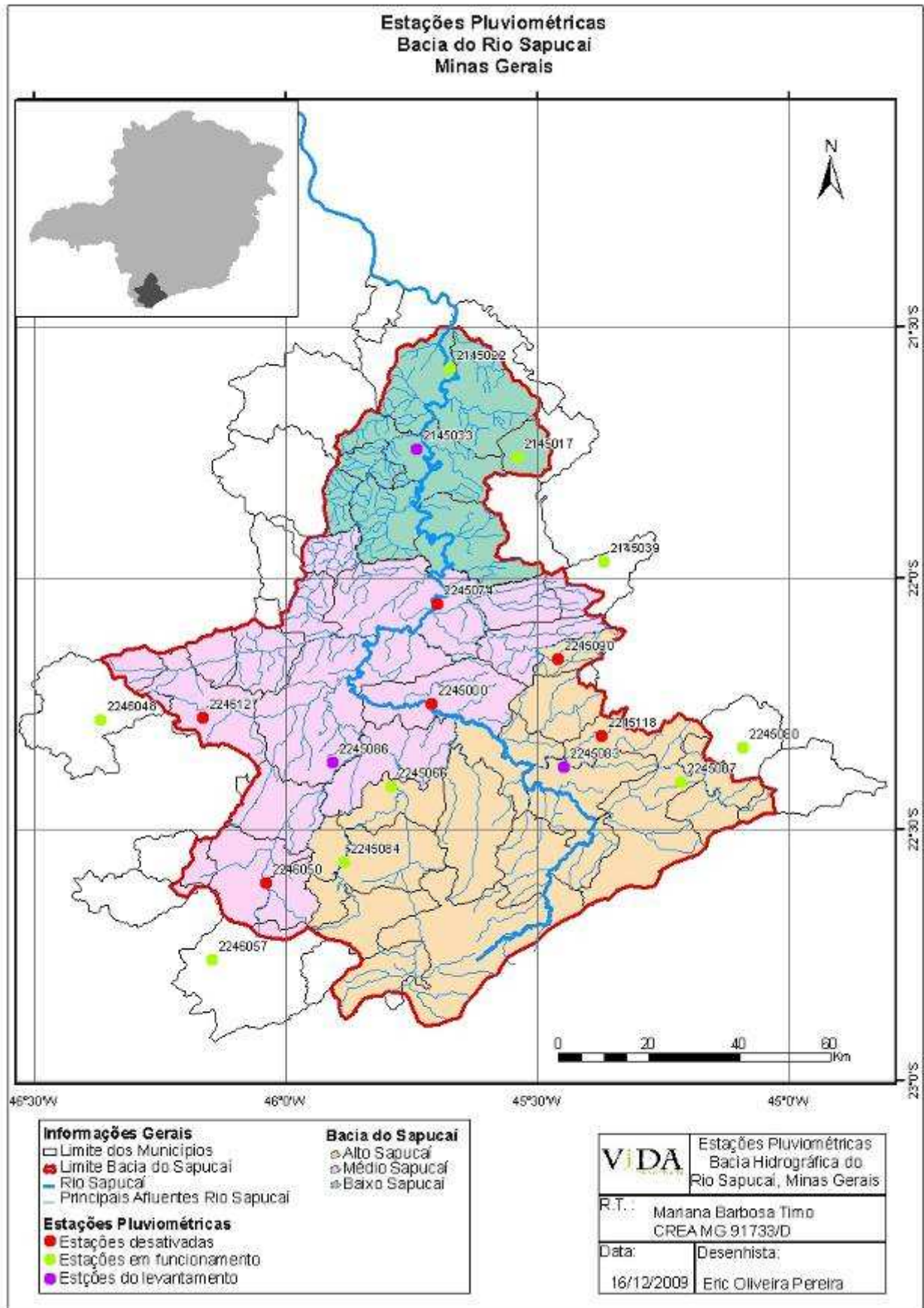
Toda a região do Alto e Médio Sapucaí está sujeita a geadas brancas ou negras. As geadas negras compreendem a queda da temperatura até valores próximos ou abaixo de 0°C, mesmo sem a formação do gelo, com efeitos danosos às culturas e pastagens. As altitudes elevadas e a morfologia do relevo com seus 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”.

### **2.5.1 Comportamento pluviométrico da Bacia do Rio Sapucaí**

Na Figura 3, 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.



**Figura 3 – Estações pluviométricas na Bacia do Sapucaí.**

A Tabela 2, relaciona as principais características das três estações escolhidas para representar as três sub-bacias da Bacia do Sapucaí.

**Tabela 2 – 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 3, 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 3 – Precipitação Acumulada na Bacia do Sapucaí**

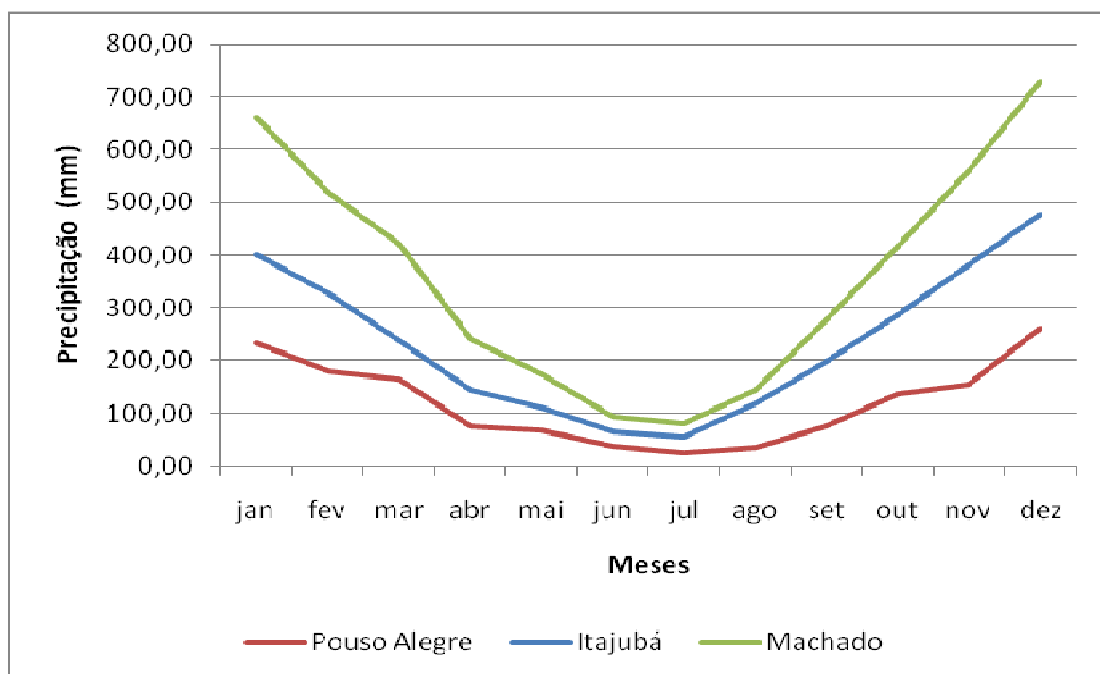
Ano	Precipitação Acumulada Anual (mm)		
	Estação de Machado	Estação de Pouso Alegre	Itajubá
1968	1257,4	1090,4	1049,6
1969	1172,8	1335	1425
1970	1684,4	1408,4	970,8
1971	-	1075	1416,7
1972	1385,1	1041,7	-
1973	1388	1308,9	1407,5
1974	1073,6	1290,7	1146
1975	1151,4	1230	1546,9
1976	1886,6	1886,6	1886,6
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
<b>Média</b>	<b>1491,59</b>	<b>1430,77</b>	<b>1349,12</b>

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 infiltra o da água, além de causar outros problemas.   importante lembrar ainda que, dentre os três municípios, Machado   o único que não está às margens do Sapucaí e, portanto, está fora de sua área de inunda o.

Segundo análise do Gráfico 3, para os municípios de Machado, Pouso Alegre e Itajubá, a esta o 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 precipita o pode ultrapassar 700 milímetros. Nos meses de estiagem, o período mais seco se estende de junho a julho e a precipita o não supera 100 milímetros.



**Gráfico 2 – Sazonalidade média das chuvas para tr s municípios da Bacia do Sapucaí.**

### 2.5.2 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 DO MEIO BIÓTICO

#### 3.1 Diagnóstico da vegetação da bacia do rio sapucaí

##### 3.1.1 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, Heliódora, 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](http://www.ibge.gov.br)), IGAM ([www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento](http://www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento)) e Fundação Biodiversitas ([www.biodiversitas.org.br](http://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 – APP 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).

### **3.1.2 Caracterização da vegetação**

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 4 lista a cobertura em hectares da vegetação nativa e dos reflorestamentos, por município (Carvalho *et al.*, 2005).

**Tabela 4 – 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

### 3.1.2.1 Mata Atlântica

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:

- ✓ Floresta Ombrófila Densa
- ✓ Floresta Ombrófila Mista
- ✓ Floresta Estacional Semidecidual
- ✓ Vegetação ciliar
- ✓ Afloramentos rochosos e Campos de altitude

### 3.1.2.2 Cerrado

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).

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. Na Bacia do rio Sapucaí ocorrem as seguintes formações:

- ✓ Campo
- ✓ Cerrado Sentido Restrito

### 3.1.3 Estado de conservação da vegetação da Bacia do rio Sapucaí

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.

### **3.1.3.1 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.

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 45° e em áreas com altitude superior a 1.800 metros.

#### **✓ Vegetação ciliar e nascentes**

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 7 a 10).

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 7 e 10). 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 8). Também nessas áreas observou-se a substituição da Vegetação Ciliar por espécies exóticas como bambus (Foto 10).

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 7 e 10).



**Fotos 7 e 8 – Vegetação Ciliar substituída por pastagens e áreas urbanas**



**Fotos 9 e 10 – Vegetação Ciliar substituída por plantios de arroz e espécies exóticas**

✓ **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 11). 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.



**Foto 11 – APP's de topo de morro substituídas por culturas**

✓ **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 12) 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 12 – APPs de topo de morro substituídas por culturas**

✓ **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.

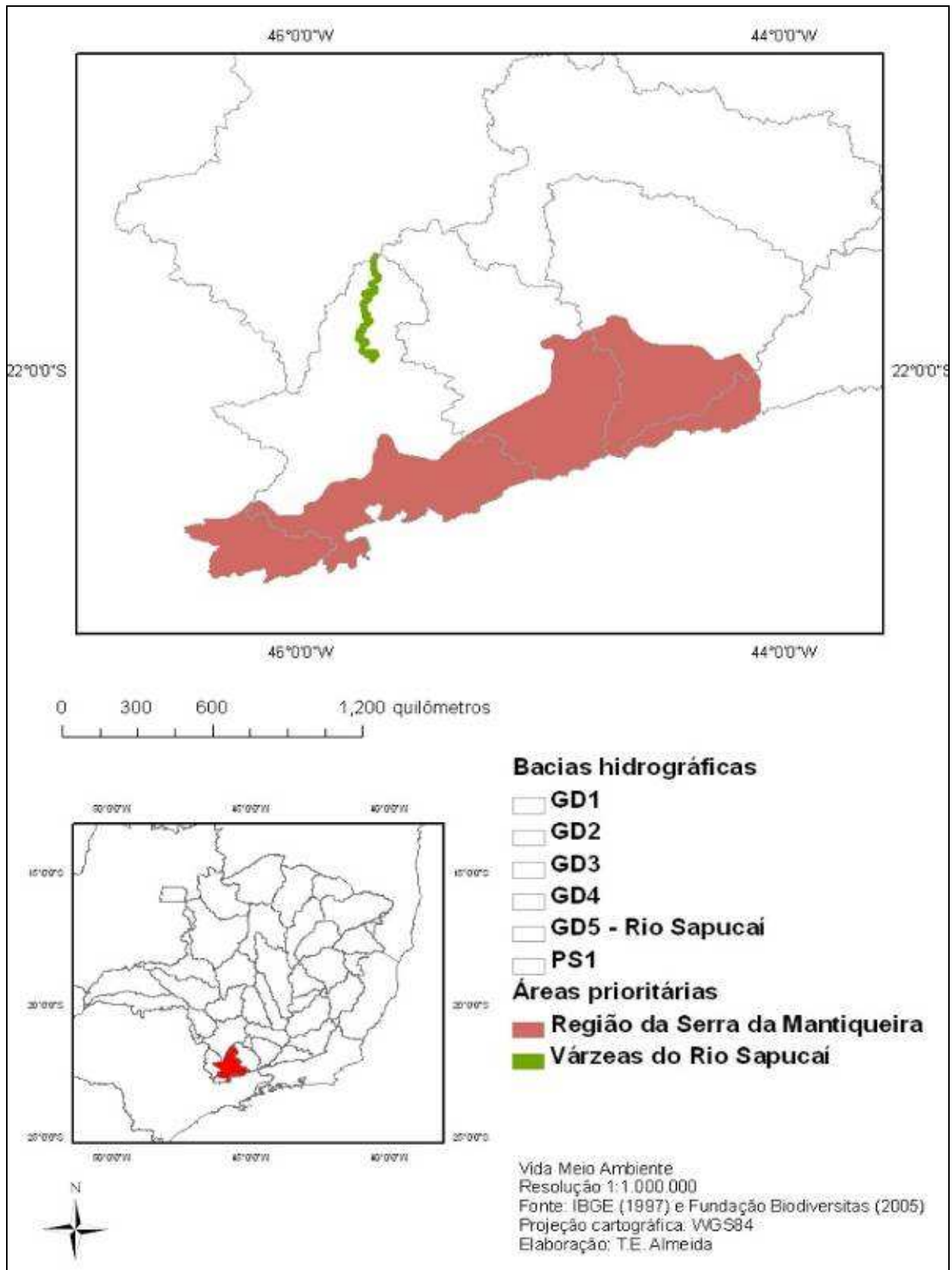


### 3.1.3.2 Áreas Prioritárias para Conservação

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). As 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 4).

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 4 – 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 5).

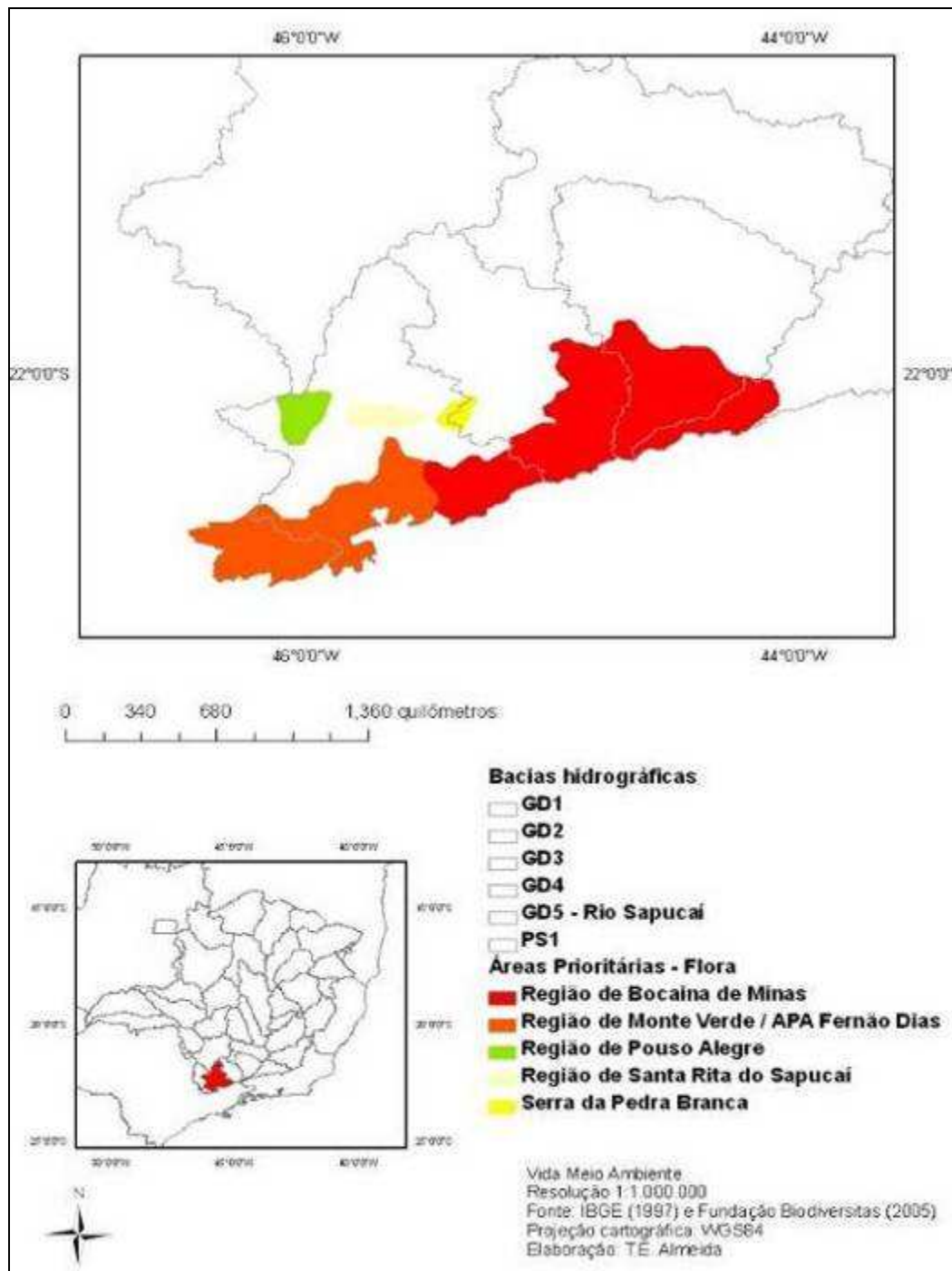


Figura 5 – Áreas prioritárias para a conservação da Flora na bacia do rio Sapucaí

### 3.1.3.3 Unidades de Conservação

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 6). Existem ao todo na Bacia do rio Sapucaí, 1.699,36 ha de áreas protegidas em Unidades de Conservação de Proteção Integral (Tabela 5) e 455.493 há em Área de Proteção Ambiental (Tabela 6).

**Tabela 5 – Unidades de Conservação de Proteção Integral existentes na Bacia do rio Sapucaí**

Nome	Município	Criação	Área (ha)
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 6 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável existentes na Bacia do rio Sapucaí**

Nome	Municípios na área da Bacia	Criação	Área (ha)
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

## **3.2 Diagnóstico dos aspectos da Fauna**

### **3.2.1 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.

#### **3.2.1.1 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).

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 1.

**Quadro 1 – Espécies de Avifauna encontradas na Bacia do Rio Sapucaí**

<b>Família</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Nome Popular</b>
<b>Accipitridae</b>	<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
<b>Alcedinidae</b>	<i>Ceryle torquata</i>	Martim-pescador grande
	<i>Choroceryle americana</i>	Martim-pescador pequeno
<b>Ardeidae</b>	<i>Botaurus pinnatus</i>	Socó-boi-marrom
	<i>Tigrisoma liteatum</i>	Socó-boi-ferrugem
<b>Caprimulgidae</b>	<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
<b>Cariamidae</b>	<i>Cariama cristana</i>	Seriema
<b>Cathartidae</b>	<i>Coragyps</i>	Urubu-preto
<b>Charadriidae</b>	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-Quero
<b>Columbidae</b>	<i>Columba cayennensis</i>	Pomba-legítima ou Pomba
<b>Cotingidae</b>	<i>Calyptura cristata</i>	Tié-coroa ou Anambé-Mirin
<b>Cracidae</b>	<i>Crax fasciolata</i>	Mutum-pinima ou Mutum-de-
<b>Cuculidae</b>	<i>Neomorphus geoffroyi</i>	Jacu-estalo
<b>Cuculidae</b>	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato
<b>Coerebinae</b>	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Saí-de-beija-flor
<b>Emberiziane</b>	<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

Família	Nome Científico	Nome Popular
Emberiziane	<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 pitiayumi</i>	Mariquita-do-sul
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

### 3.2.1.2 Mastofauna

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 2) 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 2 – Lista de espécies da mastofauna**

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

### 3.2.1.3 Ictiofauna

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.

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 3.

**Quadro 3 – Resultado das espécies de ictiofauna levantadas em bibliografia.**

<b>Família</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Nome Popular</b>
<b>Anostomidae</b>	<i>Leporinus copelandii</i>	Piau-vermelho
	<i>Leporinus conirostris</i>	Piau-branco
	<i>Leporinus mormyrops</i>	Piau-boquinha
	<i>Leporinus</i> sp.	Piau
<b>Characidae</b>	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari
	<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari
	<i>Astyanax giton</i>	Lambari
	<i>Astyanax paraguayae</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
<b>Characidae</b>	<i>Piabina argentea</i>	Piaba
	<i>Salminus brasiliensis</i>	Dourado
<b>Curimatidae</b>	<i>Cyphocharax gilbert</i>	Sairú, sardinha
<b>Erythrinidae</b>	<i>Hoplias lacerdae</i>	Trairão
	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra
<b>Lebiasinidae</b>	<i>Nannostomus</i> sp.	
<b>Prochilodontidae</b>	<i>Prochilodus vimboides</i>	Curimatá
	<i>Prochilodus lineatus</i>	Curimatá
	<i>Prochilodus</i> sp.	Curimatá
<b>Auchenipteridae</b>	<i>Glanidium melanopterum</i>	Cumbaca
	<i>Trachelyopterus striatulus</i>	
	<i>Trachelyopterus fisheri</i>	Cumbaca
<b>Callichthyidae</b>	<i>Hoplosternum litoralle</i>	Tamboatá
<b>Claridae</b>	<i>Clarias gariepinus</i>	Bagre-africano
<b>Heptapteridae</b>	<i>Pimelodella lateristriga</i>	Mandi
	<i>Pimelodella</i> sp.	
	<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre
<b>Loricariidae</b>	<i>Delturus paraguayae</i>	Cascudo

	<i>Hypostomus affinis</i>	Cascudo
	<i>Hypostomus luetkeni</i>	Cascudo
	<i>Harttia loricariformes</i>	Cascudinho
	<i>Microlepodogaster</i> sp.	Cascudinho
	<i>Rineloricaria</i> sp.	Chicote
	<i>Loricariichthys castaneus</i>	Chicote
	<i>Pogonopoma parahybae</i>	Cascudo-leitero
<b>Pimelodidae</b>	<i>Pimelodus fur</i>	Mandi
	<i>Pimelodus</i> sp.	Mandi
	<i>Steindachneridion parahybae</i>	Surubim
<b>Gymnotidae</b>	<i>Gymnotus carapo</i>	Sarapó
<b>Sternopigidae</b>	<i>Eigenmannia virescens</i>	Sarapó
<b>Cichlidae</b>	<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
<b>Scianidae</b>	<i>Pachyurus adspersus</i>	Corvina
<b>Gobiidae</b>	<i>Awaous tajasica</i>	Peixe-flor
<b>Centropomidae</b>	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo
<b>Symbranchidae</b>	<i>Symbranchus marmoratus</i>	Muçum
<b>Poeciliidae</b>	<i>Phalloceros</i> sp.	Barrigudinho
	<i>Poecilia reticulata</i>	Barrigudinho
	<i>Poecilia vivípara</i>	Barrigudinho
	<i>Poecilia hollandi</i>	Barrigudinho
<b>Cyprinidae</b>	<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.

### 3.2.2 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).

## **4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

### **4.1 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.

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.

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.

### **4.2 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 7 e o Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Anexo E) 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 7 – Tabela de quantificação dos Usos do Solo da bacia do rio Sapucaí.**

Tipologia de Uso e Ocupação do solo	Área (km <sup>2</sup> )	% 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

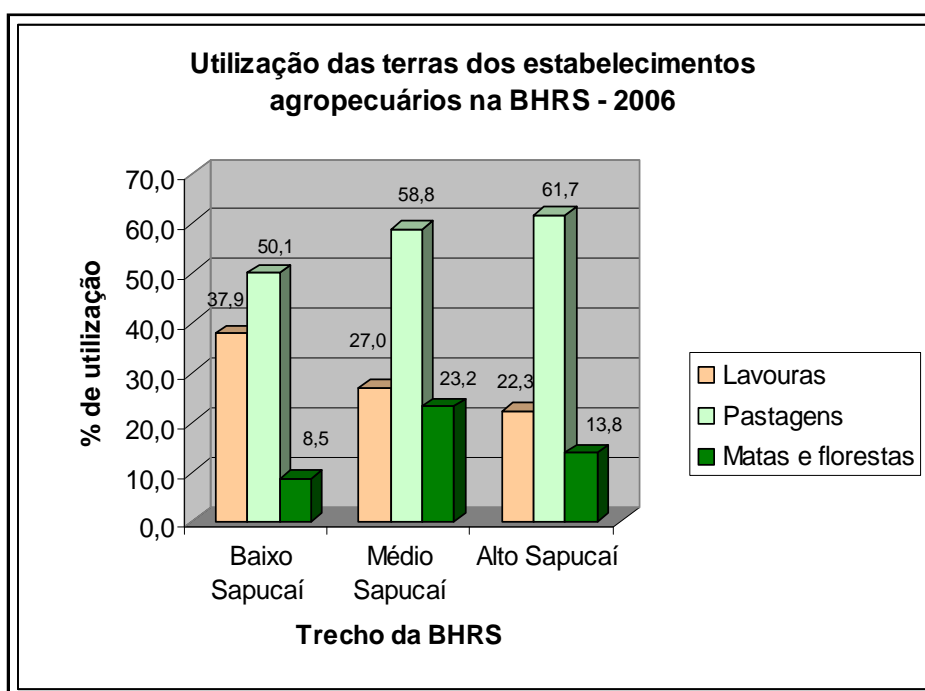
*FONTE: Vida Meio Ambiente (Mapa de Uso e Ocupação)*

A 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.

A Mata Atlântica, hoje, cobre 13 % do território da bacia: 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.

Em todos os trechos predominam pastagens, com destaque para o Alto Sapucaí, conforme pode ser conferido no Gráfico 3. 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 3 – Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários segundo trechos da bacia do rio Sapucaí – 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 bacia do rio Sapucaí (Tabela 8). 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, mas essa categoria representa 13,8 % da área dos estabelecimentos agropecuários nos municípios desse trecho.

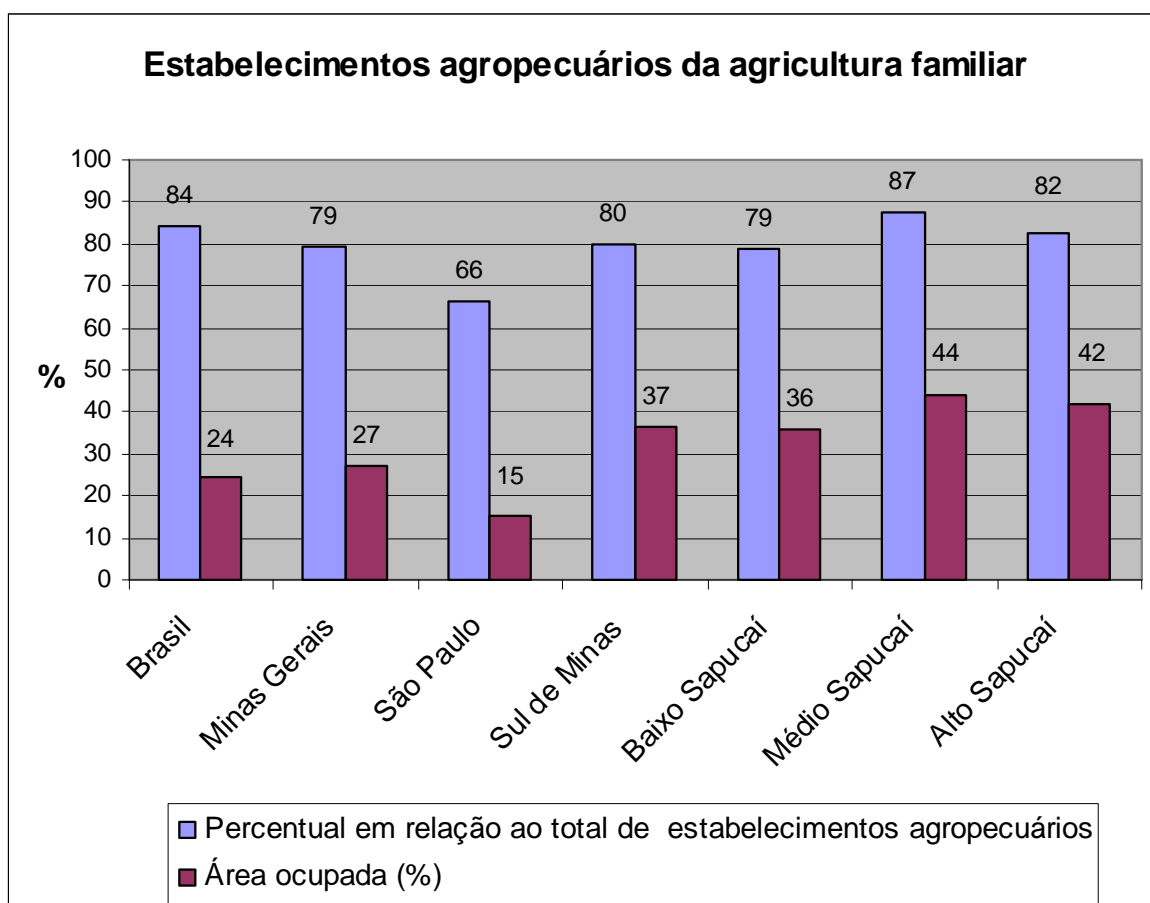
**Tabela 8 - Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários em 2006 - Percentual (%)**

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>	<i>27,2</i>	<i>58,3</i>	<i>17,2</i>
<i>Vertente paulista</i>	<i>66,5</i>	<i>15,0</i>	<i>14,2</i>

FONTE: IBGE, Censo Agropecuário 2006

De acordo com o Censo Agropecuário 2006 foram identificados 28.864 estabelecimentos agropecuários nos municípios da bacia do rio Sapucaí, 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 bacia do rio Sapucaí onde se encontrava a maior concentração fundiária, como pode ser observado no Gráfico 4. 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.



**Gráfico 4 – Estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar**

FONTES: IBGE, Censo Agropecuário, 2006



### ✓ Agropecuária

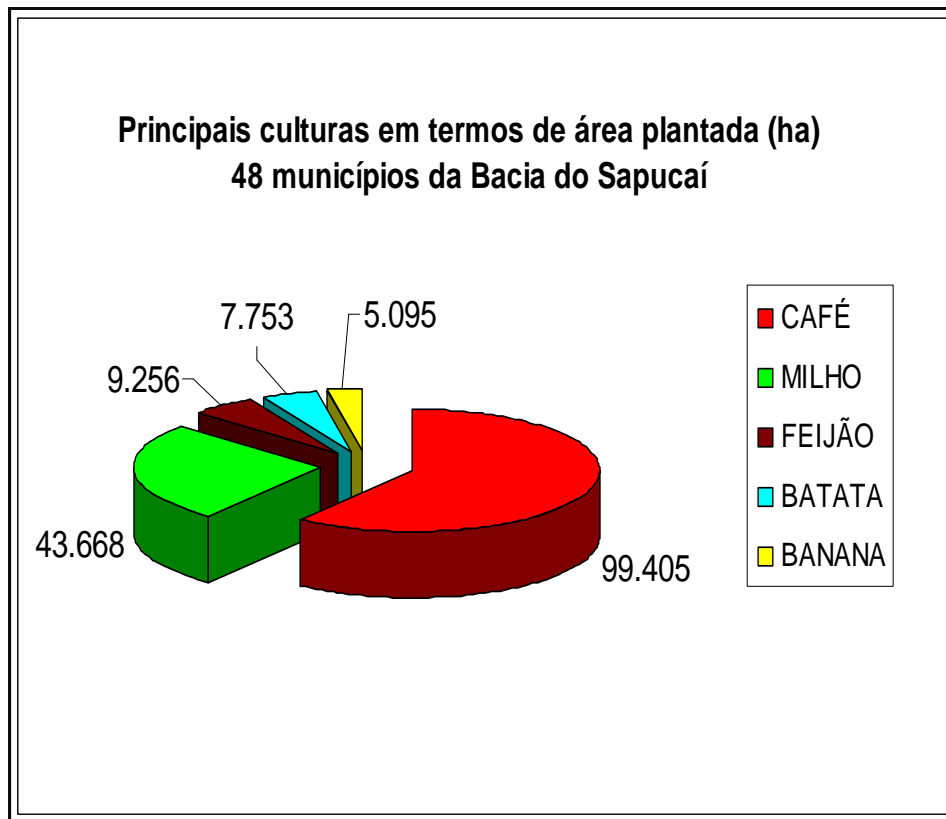
Com o objetivo de caracterizar o uso agrícola do solo foram analisados os dados da Produção Agrícola Municipal, 2007. O trabalho de análise das estatísticas foi no sentido de identificar quais são as culturas mais expressivas na região em termos da área espacial que ocupam, e não da produtividade ou 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.

A Tabela 9 e os Gráficos 5 e 6 ilustram as culturas permanentes e temporárias de destaque na bacia. No Gráfico 5, constam as principais culturas em termos de área plantada (hectares) e, no Gráfico 6, 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 9 - 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

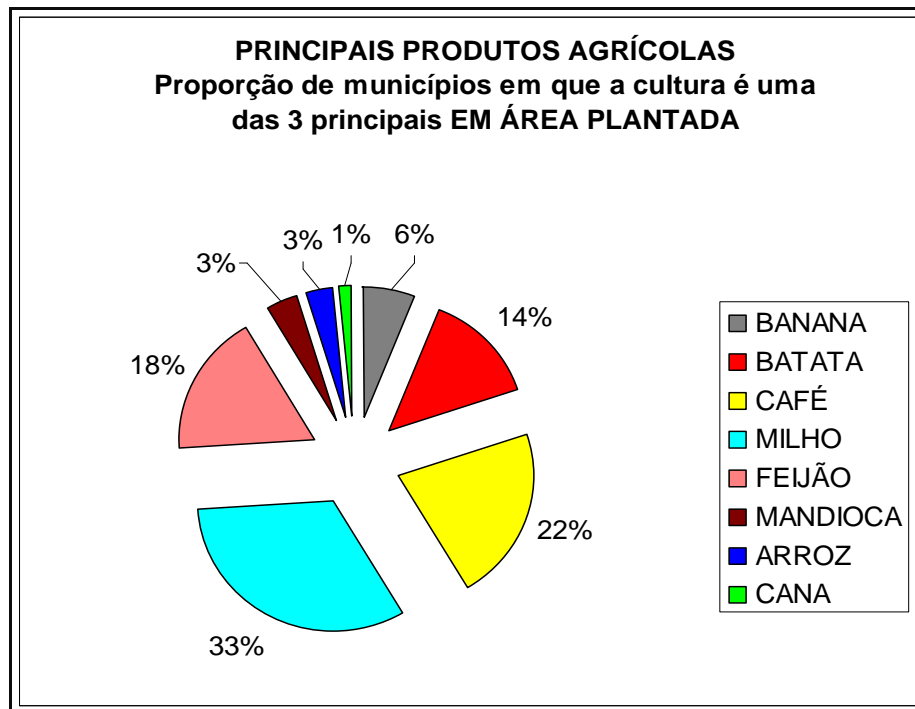
FONTE: IBGE, *Produção Agrícola Municipal, 2007*



**Gráfico 5 – 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 6). 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.



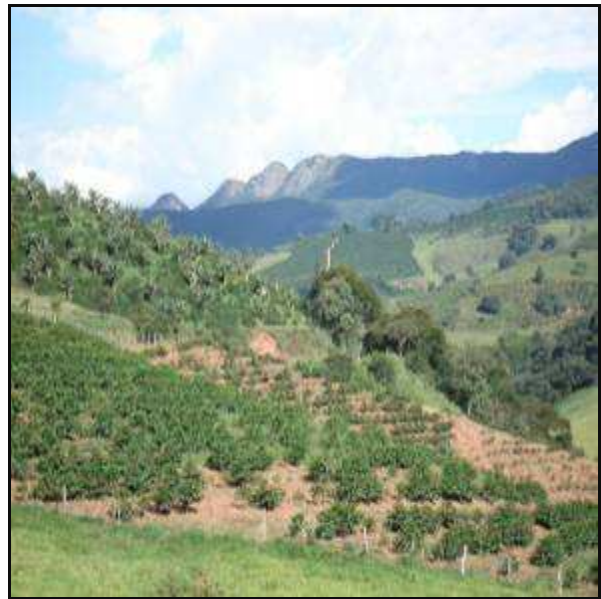
**Gráfico 6 – Principais produtos agrícolas nos municípios com território na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí**

*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 sombreamento<sup>1</sup>, tornando menores os riscos ambientais (IGA, 2007). Porém, a exploração intensiva do solo no modelo convencional de agricultura<sup>2</sup> 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 13 e 14.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> A agricultura convencional baseia-se na monocultura, no uso intensivo de insumos externos (como adubos e agrotóxicos) e na mecanização.



**Fotos 13 e 14 – Plantações de café em encostas e os sinais evidentes de degradação e exposição do solo à erosão na foto da direita.**

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 gradagem<sup>3</sup>), 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.

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

---

<sup>3</sup> Utilização de implemento agrícola (grade) para revolvimento e destorroamento do solo.

✓ **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 4.

**Quadro 4 – Pedidos de licença ambiental para barragens 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
<a href="#">69972/2005</a>	31069/2005	13/4/2005	ASSOCIAÇÃO PRÓ ENERGIAS RENOVÁVEIS	USINA HIDRELÉTRICA	IGAM	ITAJUBÁ	LP
<a href="#">192869/2005</a>	009035/2005	15/7/2005	PCH REPI - REDE ELÉTRICA PIQUETE -	APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO - PCH R	FEAM	WENCESLAU BRAZ	LO
<a href="#">201230/2005</a>	R039092/2005	22/7/2005	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGENS DE GERAÇÃO DE ENERGIA - H	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LO
<a href="#">204574/2005</a>	R038778/2005	26/7/2005	JOSÉ RIBEIRO BUENO	BARRAGENS DE GERAÇÃO DE ENERGIA - H	SUPRAMSM	CAMBUÍ	LO
<a href="#">153927/2006</a>	F022487/2006	14/9/2006	CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A - P	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA HIDR	FEAM	ITAJUBÁ	LO
<a href="#">1870/2007</a>	R094465/2006	3/1/2007	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA HIDR	SUPRAMSM	ITAJUBÁ	LO
<a href="#">478259/2007</a>	R086991/2007	21/9/2007	CENTRAL DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	CAMBUÍ	LI
<a href="#">481174/2007</a>	R089953/2007	24/9/2007	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	ITAJUBÁ	LO
<a href="#">556622/2007</a>	R095856/2007	29/10/2007	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LO
<a href="#">375115/2008</a>	R073954/2008	29/7/2008	CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA CACHO	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	DELFIN MOREIRA	LP+LI
<a href="#">478336/2008</a>	R090688/2008	29/7/2008	CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA FUNIL	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA, LIN	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LP+LI
<a href="#">478523/2008</a>	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
<a href="#">513658/2008</a>	R098346/2008	8/8/2008	CENTRAL DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	CAMBUÍ	LI
<a href="#">153139/2009</a>	R205829/2009	22/4/2009	CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA CACHO	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	DELFIN MOREIRA	LP+LI
<a href="#">388924/2009</a>	R252489/2009	31/7/2009	INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRA	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA, SUB	SUPRAMSM	WENCESLAU BRAZ	LO
<a href="#">409491/2009</a>	R256798/2009	7/8/2009	CENTRAL DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA DE	SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, BAR	SUPRAMSM	CAMBUÍ	LO
<a href="#">158557/2008</a>	R030607/2008	31/8/2009	PCH RIO MANSO	BARRAGEM DE GERAÇÃO DE ENERGIA - HI	SUPRAMSM	ITAJUBÁ	LP+LI
<a href="#">207380/2010</a>	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 5.

**Quadro 5 – Principais Indústrias na bacia do Rio Sapucaí**

<b>Empreendimento</b>	<b>Atividade</b>	<b>Município</b>	<b>Classe</b>
AEEES 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 SANOBIOIOL 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 organo-clorado, 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



<b>Empreendimento</b>	<b>Atividade</b>	<b>Município</b>	<b>Classe</b>
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 CAMBÚI 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

## 5. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

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.

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.

### 5.1 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  $\text{km}^2$ .
- ✓  $Q_{7,10}$  = vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de tempo de recorrência, em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

A Tabela 10 a seguir contém um resumo das estações utilizadas por Maia (2003)

**Tabela 10 – 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.

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

O Intervalo das áreas de drenagem recomendado para a aplicação dos modelos das variáveis e funções hidrológicas estudadas (Eqs. 02 a 08) está entre  $72,8 \text{ km}^2$  a  $14.854 \text{ km}^2$ .

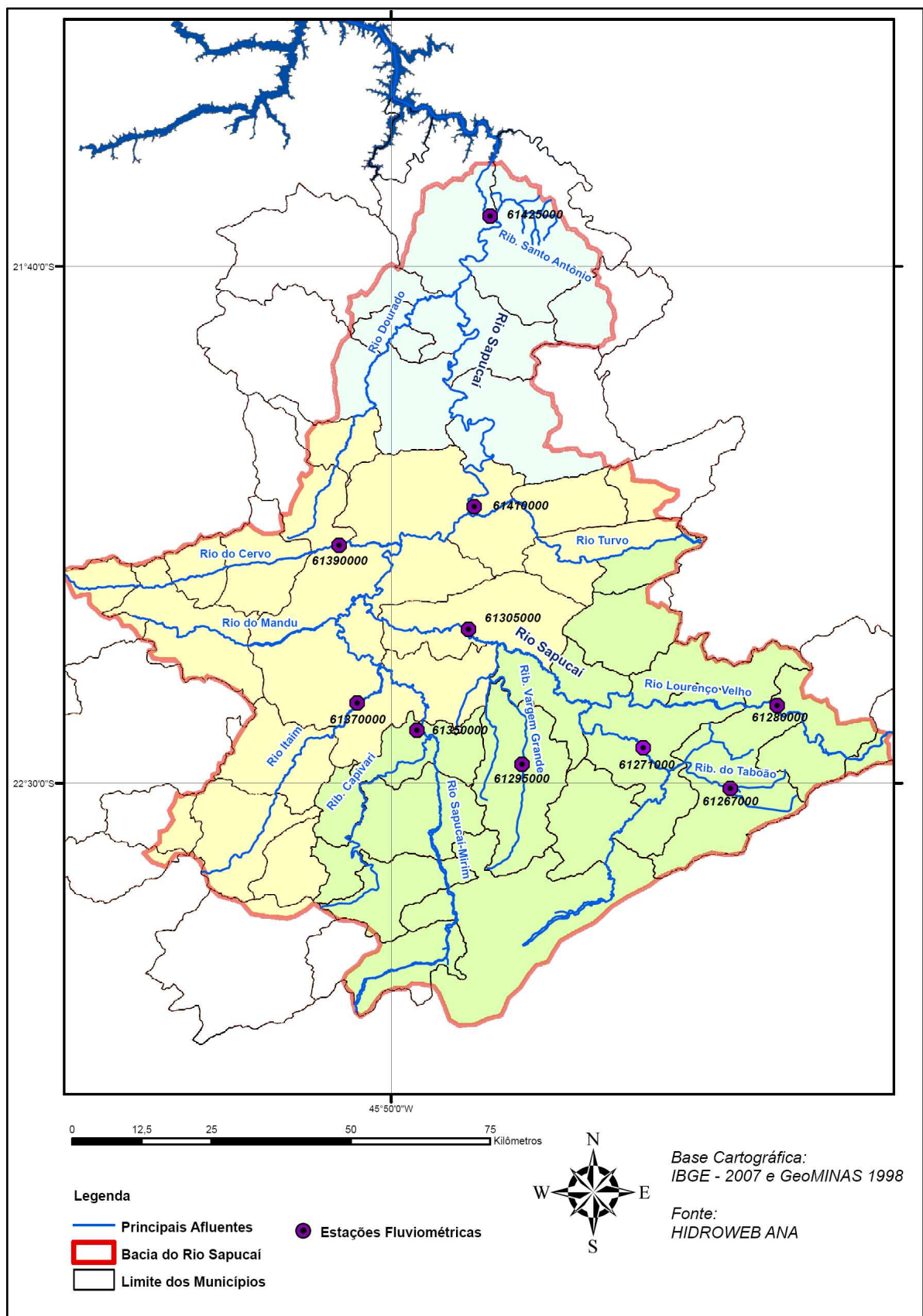
Vale ainda destacar que o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, atualmente, aceita para estudos de outorga no estado de Minas Gerais as informações de vazão disponibilizadas no Atlas Digital.

## 5.2 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, adotando-se um fator de correção, objetivando ajustar o modelo para as reais condições da sub-bacia do Sapucaí.

A Figura 6 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 11 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 6 – Estações fluviométricas adotadas para o estudo hidrológico da bacia do rio Sapucaí.**

**Tabela 11 – Dados das estações fluviométricas utilizadas.**

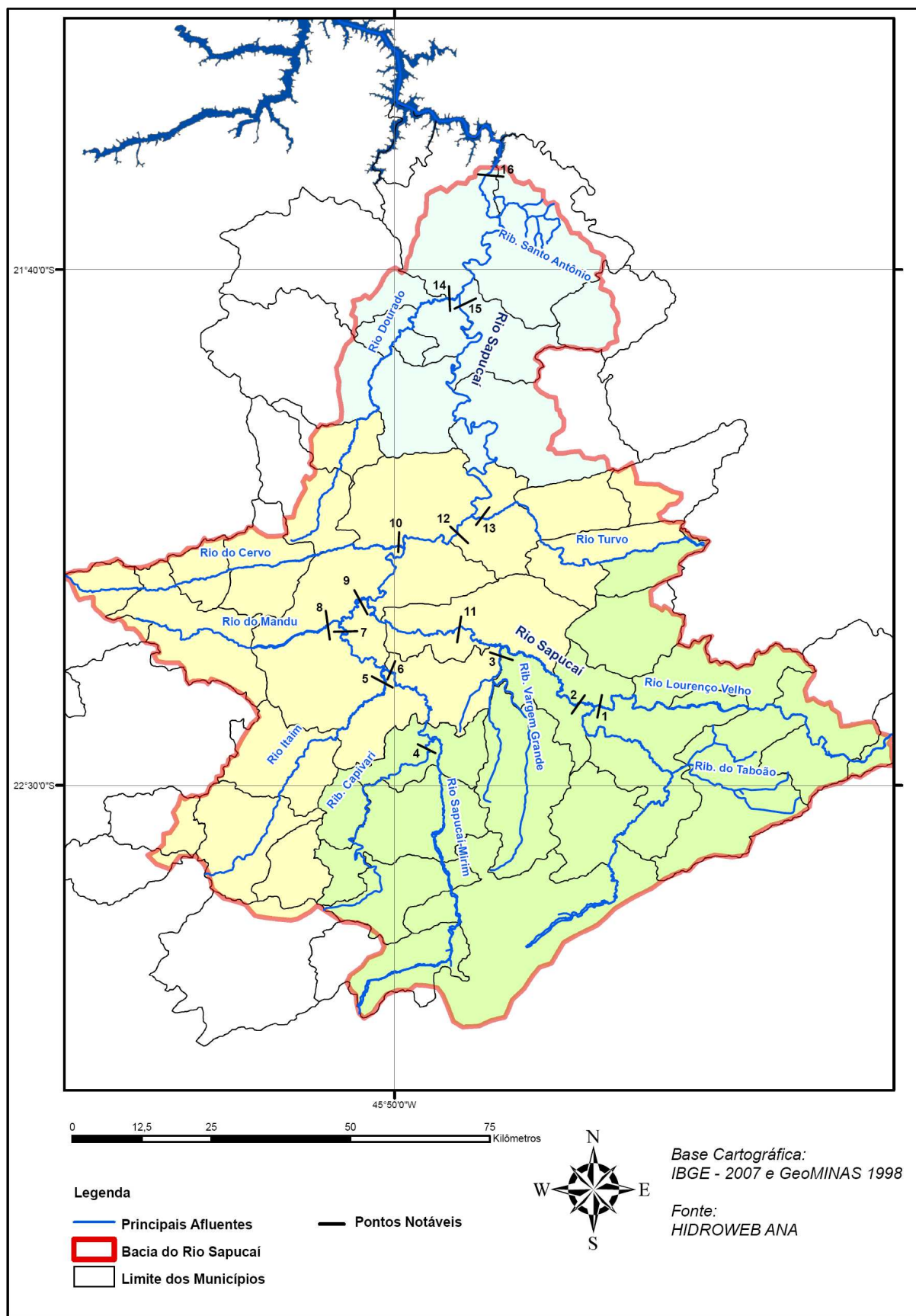
Código	Estação	Latitude	Longitude	Curso de água	A <sub>d</sub> (km <sup>2</sup> )	Período
61267000	Delfim Moreira	-22 30 30	-45 17 13	Rib. do Taboão	76	1940-2003
61271000	Itajubá	-22 26 34	-45 25 38	Rio Sapucaí	869	1973-2002
61280000	Bairro Santa Cruz	-22 22 14	-45 12 57	Rio Lourenço Velho	270	1966-2003
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

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.

### 5.2.1 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 7 representa esses pontos espacialmente e em seguida apresenta-se uma breve descrição de cada um desses pontos notáveis.



**Figura 7 – Pontos notáveis da Q<sub>7,10</sub> 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 Careáçu. 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.

### 5.2.2 Vazões Características Mínimas

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.

#### 5.2.2.1 Obtenção da $Q_{7,10}$

Para cada estação contida na Tabela 11 foi obtido o valor da  $Q_{7,10}$ .

Dos valores de  $Q_7$  que serão apresentados, 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.

Tendo em vista que a estação Paraguaçu (Ver Figura 7) 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 11) 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  $9424 \text{ km}^2$  a  $Q_{7,10}$  é aproximadamente  $44,75 \text{ m}^3/\text{s}$ .

A Tabela 12 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 12 – Resumo da disponibilidade hídrica em termos de  $Q_{7,10}$  e vazão específica (q).**

Código	Estação	$A_d$ (km <sup>2</sup> )	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s) [1]	q (L/s.km <sup>2</sup> )
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.km<sup>2</sup> até 8,77 L/s.km<sup>2</sup>.

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

A Tabela 13 apresenta os resultados dos cálculos da  $Q_{7,10}$  para as estações da Tabela 11 e compara com os resultados da  $Q_{7,10}$  obtidos com as equações de ajustes Eqs.01 e 02, apresentadas no item 5.1 (págs.66 e 67, respectivamente).

**Tabela 13 – 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 <sup>2</sup> )	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s) [1]	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s) [2]	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /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 13 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 14 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 7, apresentada anteriormente, representa esses pontos espacialmente.

Além disso, a Tabela 11 contém as estações fluviométricas usadas como referência para estimar a disponibilidade através da Eq.02. Os fatores de correção da Tabela 13 são aplicados nesse caso.



**Tabela 14 – 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 <sup>2</sup> )	FC	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s) <sup>1</sup>	$q_{7,10}$ (L/s.km <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>
1	Lourenço Velho	61280000 - Bairro Santa Cruz	-22,374	-45,442	562,0	1,55	4,3	7,7
2	Sapucai	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	Sapucai-Mirim	61350000 - Conceição dos Ouros	-22,343	-45,808	1404,9	0,75	5,0	3,6
7	Sapucai-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	Sapucai-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	Sapucai	61305000 - S.Rita do Sapucai	-22,246	-45,712	2818,8	1,27	16,4	5,8
12	Sapucai	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	Sapucai	61410000 - Careaçu	-21,761	-45,710	8141,8	1,09	38,6	4,7
16	Sapucai	61425000 - Paraguaçu	-21,650	-45,679	8856,3	1,10	42,2	4,8

<sup>1</sup>Valores considerando FC.

### 5.2.3 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.

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 13 foram o Pearson tipo III e o log-Pearson tipo III.

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 11 realizou-se a previsão das vazões máximas diárias para os períodos de retorno de 10 anos.

A Tabela 15 apresenta um resumo dos valores de  $Q_{m\acute{a}x,10}$  para as estações estudadas bem como apresenta a disponibilidade hídrica em termos de vazão específica (q).

**Tabela 15 – Resumo da disponibilidade hídrica em termos de  $Q_{m\acute{a}x,10}$  e vazão específica (q)**

Código	Estação	$A_d$ (km <sup>2</sup> )	$Q_{MAX,10}$ (m <sup>3</sup> /s) [1]	q(L/s.km <sup>2</sup> ) [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.				

Dos valores de  $Q_{m\acute{a}x}$  apresentados, é importante destacar que:

- ✓ O valor da  $Q_{m\acute{a}x}$  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  $Q_{m\acute{a}x,Tr=2}$ ,  $Q_{m\acute{a}x,Tr=5}$ , e  $Q_{m\acute{a}x,Tr=20}$ . 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  $Q_{m\acute{a}x}$  da estação de jusante (Paraguaçu-61425000).

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 16. 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 16 – Comparação dos valores da  $Q_{\text{máx},10}$  para as estações da Tabela 20 com os estimados pela equação de ajuste (Eq.05).**

Código	Estação	Ad (km <sup>2</sup> )	$Q_{\text{MAX},10}$ (m3/s) [1]	$Q_{\text{MAX},10}$ (m3/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					

### 5.2.3.1 Resultados da Qmax em pontos notáveis na bacia

A Tabela 17 a seguir apresenta a estimativa das vazões máximas para o período de retorno de 10 anos ( $Q_{\text{max},10}$ ) em pontos notáveis na bacia (representado espacialmente na Figura 10), 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 16, aplicados nesse caso.

A disponibilidade hídrica também é dada em termos de vazão específica, em L/s.km<sup>2</sup>, na Tabela 17.

**Tabela 17 – 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 <sub>d</sub> (km <sup>2</sup> )	FC	Q <sub>max, 10</sub> (m <sup>3</sup> /s) <sup>1</sup>	q <sub>max, 10</sub> (L/s.km <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>
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

<sup>1</sup>Valores considerando FC.

## 5.2.4 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.

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 18 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 18 – Comparação dos valores da  $Q_{mlp}$  para as estações da Tabela 16 com os estimados pela equação de ajuste (Eq.03).**

Código	Estação	$A_d$ (km <sup>2</sup> )	$Q_{mlp}$ (m <sup>3</sup> /s) [1]	$Q_{mlp}$ (m <sup>3</sup> /s) [2]	FC = relação [2]/[1]	$q$ (L/s.km <sup>2</sup> ) [1]	$q$ (L/s.km <sup>2</sup> ) [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

### 5.2.4.1 Resultados da $Q_{mlp}$ em pontos notáveis na bacia

A Tabela 19, a seguir, apresenta a estimativa das vazões médias de longo período em pontos notáveis na bacia (representados espacialmente na Figura 7), 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 18, aplicados nesse caso.



**Tabela 19 – 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 <sup>2</sup> )	FC	$Q_{mip}$ (m <sup>3</sup> /s) <sup>1</sup>	$q_{mip}$ (L/s.km <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>
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	Capivari	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

<sup>1</sup>Valores considerando FC.

### 5.3 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 11;
- ✓ 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 12;
- ✓ Previsão das vazões máximas diárias para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20 e 100 anos para cada estação contida na Tabela 11;
- ✓ 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 11;
- ✓ 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, ressaltar-se a necessidade de otimização da rede hidrométrica local, pelo aumento do número de estações e recuperação daquelas que sejam deficientes.

## 6. 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.

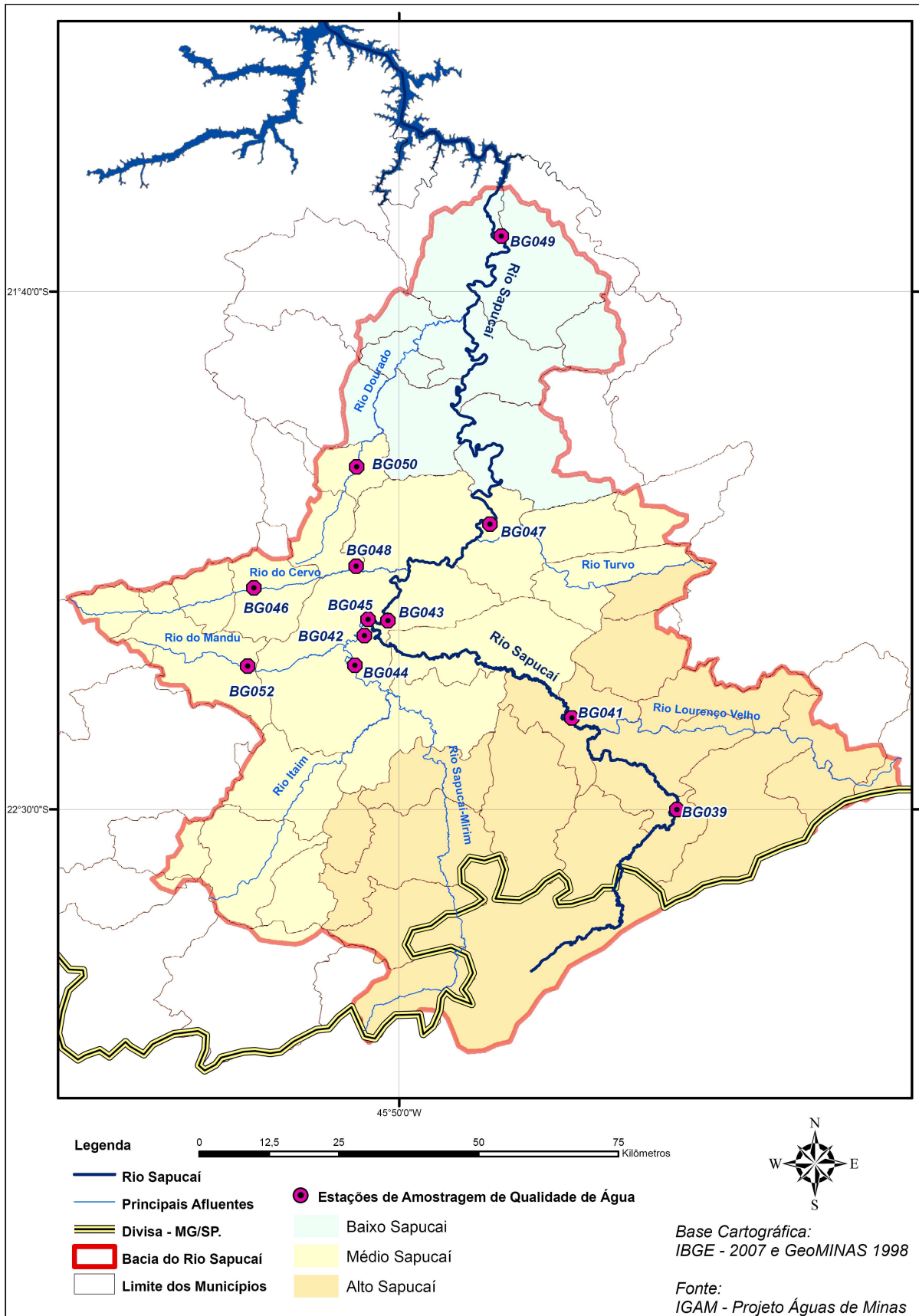
Adicionalmente, foram considerados os resultados do monitoramento do ano de 2008 (cujo relatório ainda não está disponível para consulta, apenas as fichas de cada estação) e as fichas da 1ª campanha de 2009 (1º Tri mestre de 2009).

Desta forma, o total de estações utilizadas foi de 12 estações de amostragem (Quadro 6 e Figura 8), onde 5 foram implantadas em 2008.

**Quadro 6 – 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 Careáçu.
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 8 – Localização das estações de amostragem de qualidade das águas na bacia do Rio Sapucaí.**

## **6.1 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.

### **6.1.1 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 m<sup>3</sup> 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, Itajubá e Santa Rita do Sapucaí, as cidades mais populosas, estão em fase de construção das ETE's. 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).

### **6.1.2 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 Careçu, 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

### 6.1.3 Efluentes da indústria

A região experimenta, 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.

### 6.1.4 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 Careçu, 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 (bernicidas, 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.

## 6.2 Resultados

### 6.2.1 Avaliação Histórica

Os resultados aqui apresentados referem-se aos monitoramentos realizados no períodos de 1997 a 2007 pelo 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.

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).

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.

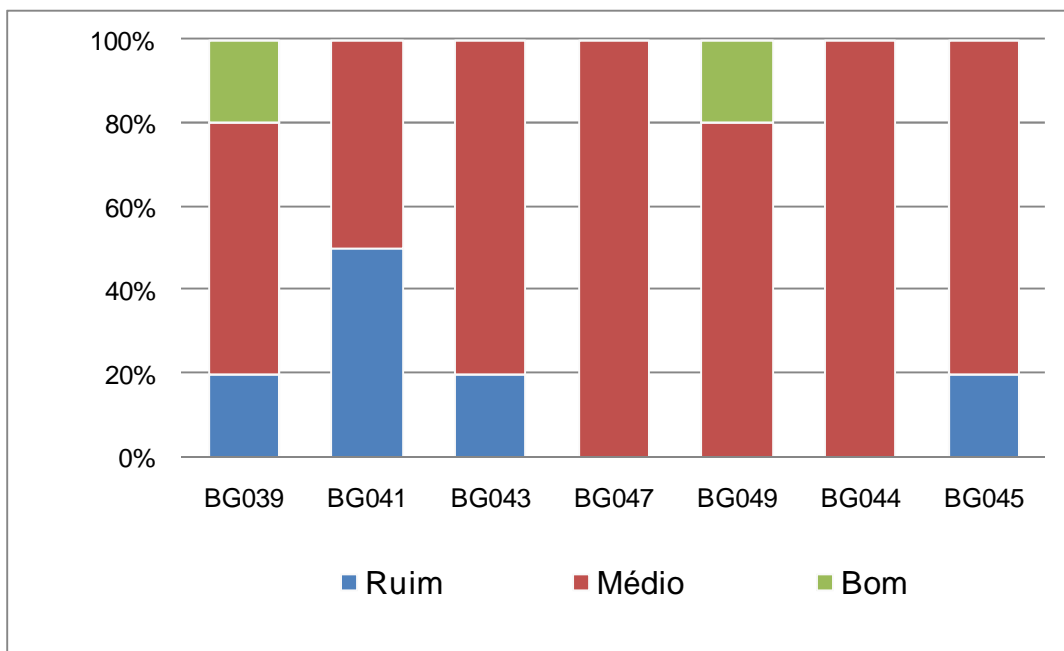
A contaminação por tóxicos (CT), por sua vez, pode ser avaliada considerando-se os seguintes componentes: Amônia, Arsênio, Bário, Cádmiio, Chumbo, Cianetos, Cobre, Crômio exavalente, Índice de fenóis, Mercúrio, Nitritos e Zinco.

✓ **Índice de Qualidade de Água – IQA**

A distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem, de 1997 a 2006<sup>4</sup> pode ser vista na Figura 9.

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.



**Figura 9 – Distribuição das faixas do IQA por estação de amostragem de 1997 a 2006.**

*FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas*

Considerando a Figura 9, pode se afirmar que, historicamente, o IQA da bacia do Rio Sapucaí pode ser considerado Médio.

A seguir apresentamos a Tabela 20 com os resultados médios do IQA ano a ano, desde 1997 a 2006.

<sup>4</sup> 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.



Tabela 20 – 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

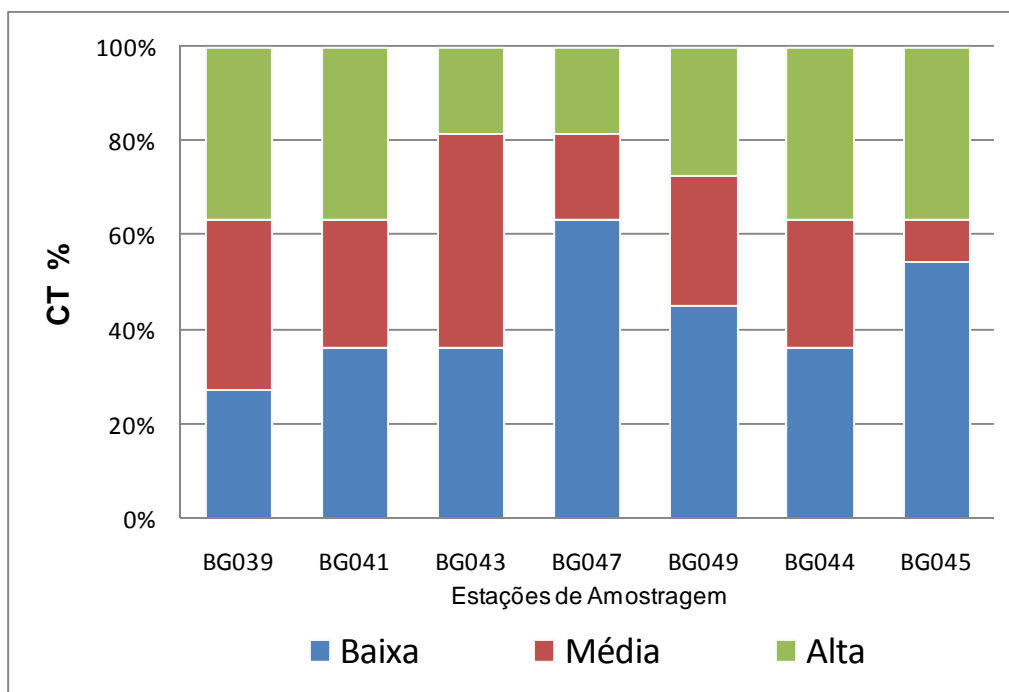
FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas



✓ **Contaminação por Tóxicos – CT**

Com relação à distribuição das faixas de CT, pode-se observar na Figura 10 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 10 – 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 21. 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 21 com os resultados médios do CT ano a ano, desde 1997 a 2007.



Tabela 21 – 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	Méida	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 7 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 7 – 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.
<b>Rio Sapucaí</b>				
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.
<b>Rio Sapucaí – Mirim</b>				
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.

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

### 6.3 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 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.

## 7. DIAGNÓSTICO DA DINÂMICA SOCIAL

### 7.1 Caracterização Demográfica

Os 51 municípios que integram a bacia hidrográfica do rio Sapucaí possuem juntos 770.491 habitantes. Este total corresponde à população residente, estimada pelo IBGE a partir da contagem populacional 2007<sup>5</sup>. 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 22. A taxa média de urbanização supera 70% em todos os trechos da bacia, chega 85,2 % na vertente paulista.

**Tabela 22 – 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 <sup>2</sup> )
		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
<b>Trechos da GD5</b>						
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
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>770.491</b>	<b>586.166</b>	<b>179.479</b>	<b>76,1</b>	<b>58,4</b>

\* População residente estimada.

\*\* População recenseada em domicílios particulares permanentes.

FONTE: IBGE, Contagem da população, 2007

<sup>5</sup>A Contagem da População realizada pelo IBGE em 2007 incluiu municípios com população até 170 mil habitantes.

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 23).

**Tabela 23 – 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
<b>21</b>	<b>Alto Sapucaí</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Vertente mineira</b>		<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
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		
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		
<b>Vertente paulista</b>		<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
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		



Número/ Total	Municípios	Com área TOTAL na bacia	Com área PARCIAL na GD5	
			Sede administrativa na GD5	Sede fora da GD5
<b>21</b>	<b>Médio Sapucaí</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
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		
<b>9</b>	<b>Baixo Sapucaí</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
1	Carvalhópolis	Carvalhópolis		
2	Cordislândia	Cordislândia		
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		
<b>51</b>	<b>Total de municípios</b>	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>8</b>

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 24.

**Tabela 24 – Indicadores demográficos - municípios mineiros com área parcial e sede administrativa fora da GD5 – 2007**

Municípios	População			Taxa de urbanização	Densidade demográfica
	Total	Urbana	Rural		
<b>Alto Sapucaí</b>					
Passa Quatro	15.285	11.632	3.593	76,4	55,3
Virgínia	8.351	3.547	4.759	42,7	25,6
<b>Médio Sapucaí</b>					
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
<b>Baixo Sapucaí</b>					
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

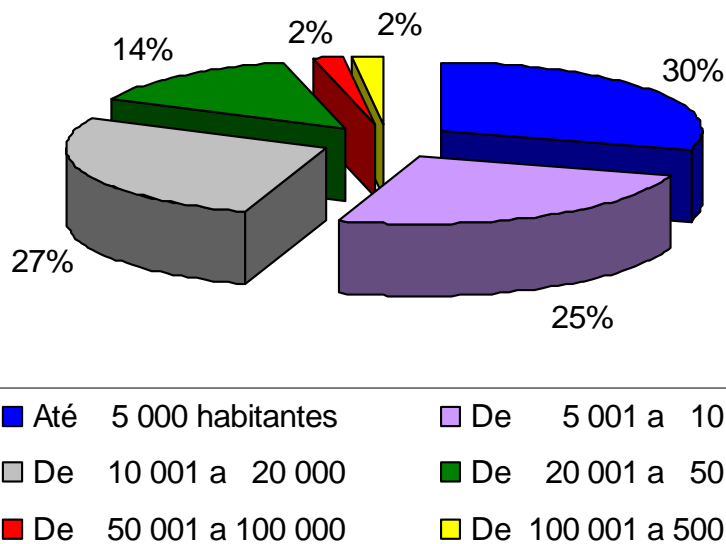
\*\* Uso do solo predominante no trecho do município pertencente à GD5, conforme Mapa de Uso e ocupação do Solo.

*FONTE: IBGE, Censo Demográfico 2000 e Contagem da população 2007*

### 7.1.1 Distribuição espacial da população

Predominam na bacia municípios de pequeno porte, 82,4% deles têm até 20.000 habitantes (Gráfico 7). 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).

### Classes de tamanho da população dos 51 municípios da bacia do Rio Sapucaí - 2007



**Gráfico 7 – 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 25).

**Tabela 25 – 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
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>100,0</b>

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 Tabela 26 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 26 – Indicadores demográficos - municípios mineiros com sede administrativa na bacia – 2007**

Nº	Municípios	População recenseada			Taxa de urbanização	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
		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	
	<b>Alto Sapucaí</b>					
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
	<b>Médio Sapucaí</b>					
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

Nº	Municípios	População recenseada			Taxa de urbanização	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
		Total	Urbana	Rural		
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
	<b>Baixo Sapucaí</b>					
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

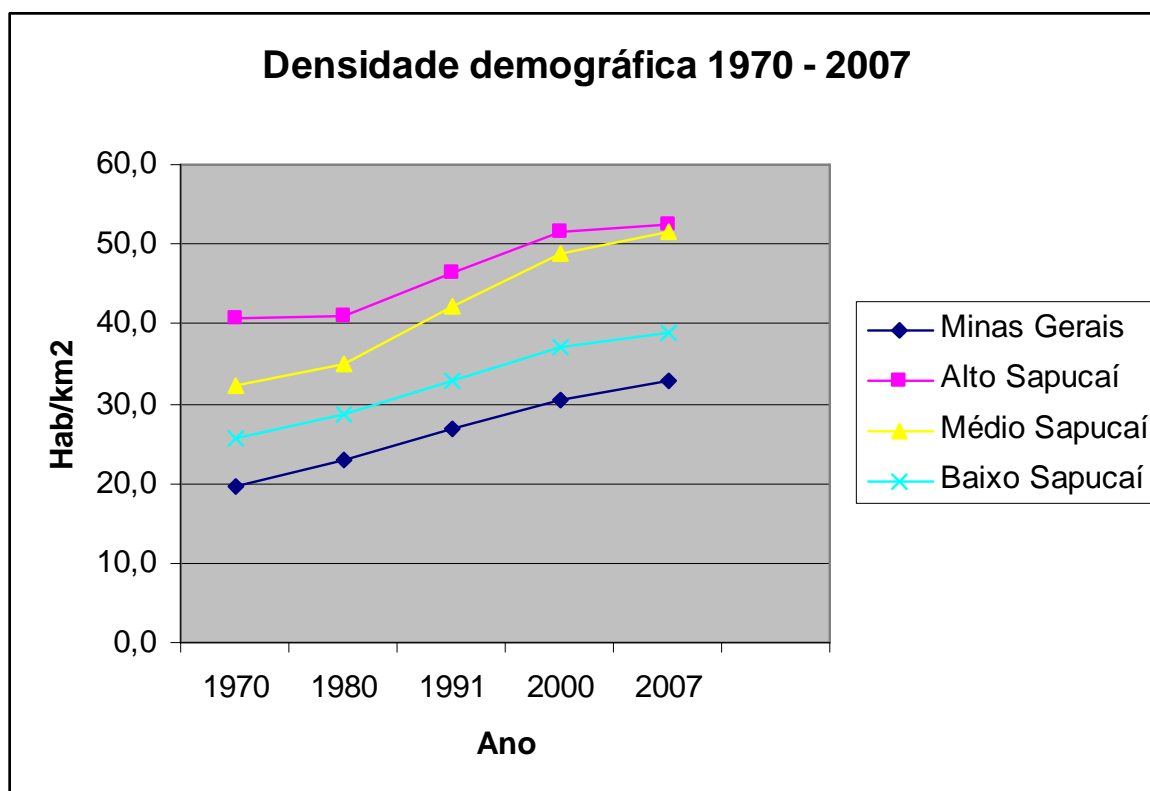
### 7.1.2 Densidade demográfica

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 km<sup>2</sup>), variando entre 39 e 52,3 habitantes por km<sup>2</sup>. 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 27 traz uma visão comparativa da evolução da densidade demográfica e o Gráfico 8 permite visualizar sua progressão no tempo, em todos os trechos.

**Tabela 27 – Evolução da densidade demográfica – 1970 - 2007**

Municípios	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )				
	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*



**Gráfico 8 – Evolução da densidade demográfica**

*FONTE: IBGE, Censos demográficos.*

✓ **Índice de desenvolvimento humano**

Na bacia, três municípios destacam-se pelo padrão de desenvolvimento humano - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). 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 28).

**Tabela 28 – Índice de desenvolvimento Humano – 2000. Estados e municípios com maior IDH-M**

Município	Índice de Desenvolvimento Humano
<b>Minas Gerais</b>	<b>0,773</b>
<b>São Paulo</b>	<b>0,82</b>
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).

#### ✓ **Saúde**

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). Pouso Alegre além de pólo macrorregional é sede de uma microrregião constituída por 34 municípios (Tabela 29), 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 29 – 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 15).



**Foto 15 – 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 29).

✓ **Turismo e lazer**

A atividade turística associada aos recursos hídricos acontece, principalmente, nos dois extremos da bacia hidrográfica. A beleza cênica e a abundância de água da Serra da Mantiqueira atraem turistas para os municípios do Alto Sapucaí, enquanto o Lago de Furnas constitui o atrativo da parte baixa da bacia, nos municípios de Elói Mendes e Paraguaçu. Em Paraguaçu, na localidade de Pontalete, existe uma praia artificial criada pela prefeitura. Existem ranchos de lazer às margens do Rio Sapucaí, ao longo de sua extensão.

Em São Paulo, Campos do Jordão é reconhecida mundialmente como Estância Hidromineral, sendo sua água um dos principais atrativos para o turismo.

O Circuito Serras Verdes do Sul de Minas abrange 16 municípios, metade deles com sede administrativa na bacia do Sapucaí: Cachoeira de Minas, Cambuí, Conceição dos Ouros, Consolação, Córrego do Bom Jesus, Estiva, Gonçalves e Sapucaí-Mirim.



O circuito está organizado como personalidade jurídica através da Associação de mesmo nome.

O Circuito Caminhos do Sul de Minas é formado por 12 municípios, 11 deles pertencentes à Bacia: Brasópolis, Conceição das Pedras, Itajubá, Maria da Fé, Pedralva, Piranguçu, Piranguinho, Santa Rita do Sapucaí, São José do Alegre, Wenceslau Braz e Delfim Moreira. Em 2001, foi constituída a Agência de Desenvolvimento (Adectur) do Caminhos do Sul de Minas, com sede em Itajubá, objetivando estimular o desenvolvimento da atividade na região.

## **7.2 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.

### **7.2.1 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.

#### **✓ 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 30 apresenta o PIB da microrregiões de Itajubá, Pouso Alegre e Santa Rita do Sapucaí entre os períodos de 1985 e 1998.

**Tabela 30 – 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 30, 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 31 apresenta o PIB dos municípios, microrregião mesorregião e Estado de Minas Gerais.

**Tabela 31 – 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
<b>Microrregião Itajubá</b>				
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

Município	PIB Agropecuário	PIB Industrial	PIB Serviços	Total
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
<b>Microrregião Pouso Alegre</b>				
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
<b>Microrregião Santa Rita do Sapucaí</b>				
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 31 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 Tabela 32 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 32 – 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

#### ✓ **Indústria e Comércio**

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.

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.

✓ **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.

Como mostra a Tabela 33, 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 33 – Clusters do Complexo Eletrônico - 2000**

<b>Município</b>	<b>Renda Per Capita (R\$)</b>	<b>População</b>	<b>PIB R\$ milhões</b>
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
<b>Município</b>	<b>Renda Per Capita (R\$)</b>	<b>População</b>	<b>PIB R\$ milhões</b>
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.

✓ **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 34.

**Tabela 34 – Distâncias rodoviárias entre alguns municípios da bacia e principais centros nacionais**

Município	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

FONTE: 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



## 8. SANEAMENTO AMBIENTAL

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 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.

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 35) – Anexo F.

**Tabela 35 – 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	
<b>Alto Sapucaí</b>	<b>19</b>	14	73,7	<b>21</b>
Mineira	16	11	68,8	18
Paulista	3	3	100	3
<b>Médio Sapucaí</b>	<b>18</b>	11	64,7	<b>21</b>
<b>Baixo Sapucaí</b>	<b>8</b>	6	85,7	<b>10</b>
<b>Total de municípios</b>	<b>31</b>	<b>31</b>		<b>51</b>

Fonte: SNIS, Vida Meio Ambiente

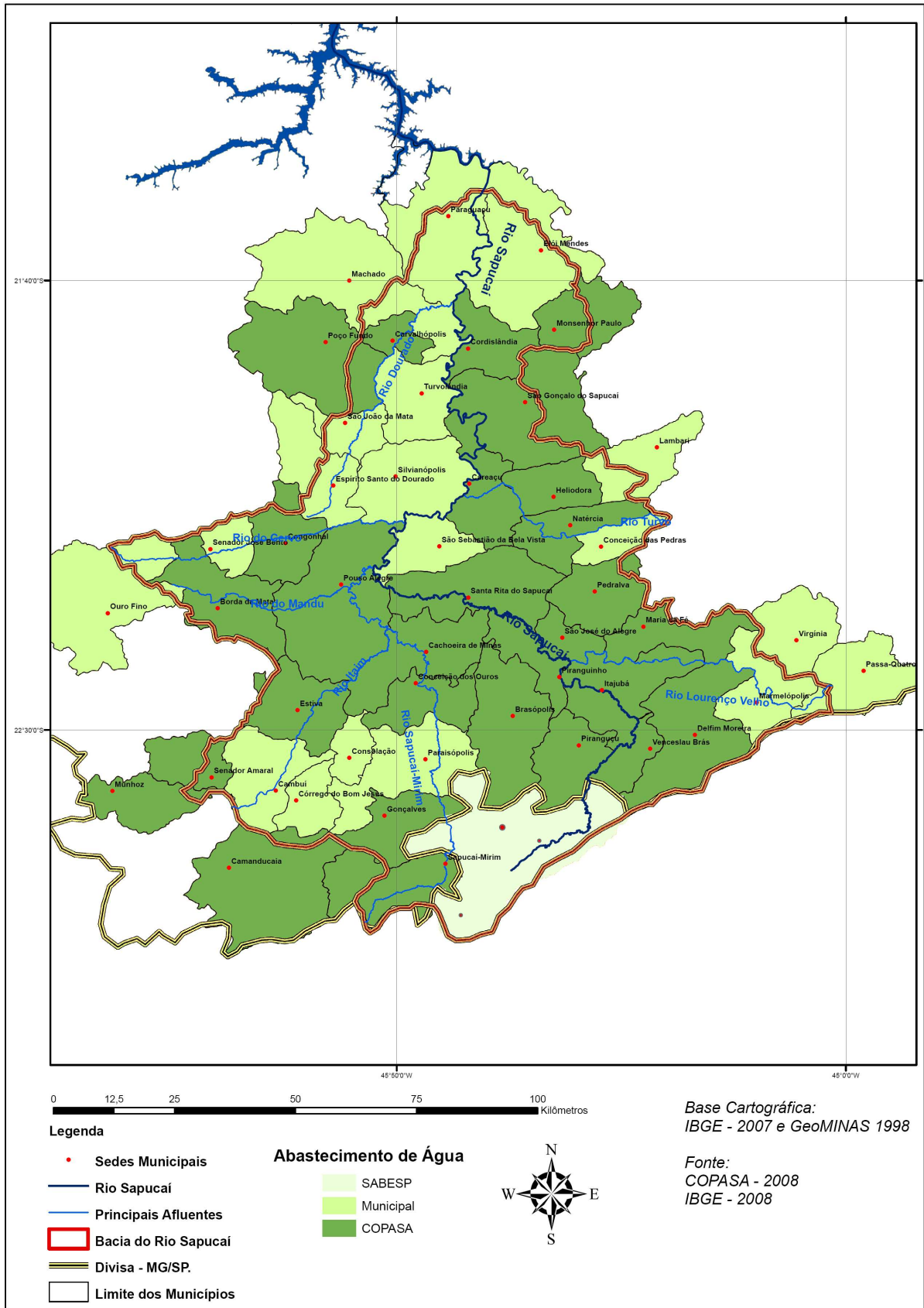
Foi utilizado também o Relatório de Análise - água bruta – produzido pela COPASA regional Itajubá, para o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) Sapucaí, em 2005 e informações coletadas junto à COPASA e às prefeituras municipais pela equipe da Vida Meio Ambiente

## 8.1 Abastecimento de Água

Conforme mostra a Figura 11 (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, no 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 11 – Concessionárias de Água na Bacia do Rio SAPUCAÍ**

FONTE: COPASA e SAAE's, 2009

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 36.

**Tabela 36 – 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 <sup>3</sup> /ano	%
<b>Alto Sapucaí</b>	68,1	91,8	167,0	<b>88,9</b>	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
<b>Médio Sapucaí</b>	69,1	100,0	109,3	90,5	<b>14.442</b>	25,2
<b>Baixo Sapucaí</b>	76,2	99,1	129,4	91,6	<b>5.136</b>	18,7
<b>Média geral</b>	<b>71,1</b>	<b>97,0</b>	<b>135,2</b>	<b>90,3</b>	<b>36.315</b>	<b>24,3</b>

Fonte: SNIS, Vida Meio Ambiente

## 8.2 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 37).

**Tabela 37 – 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

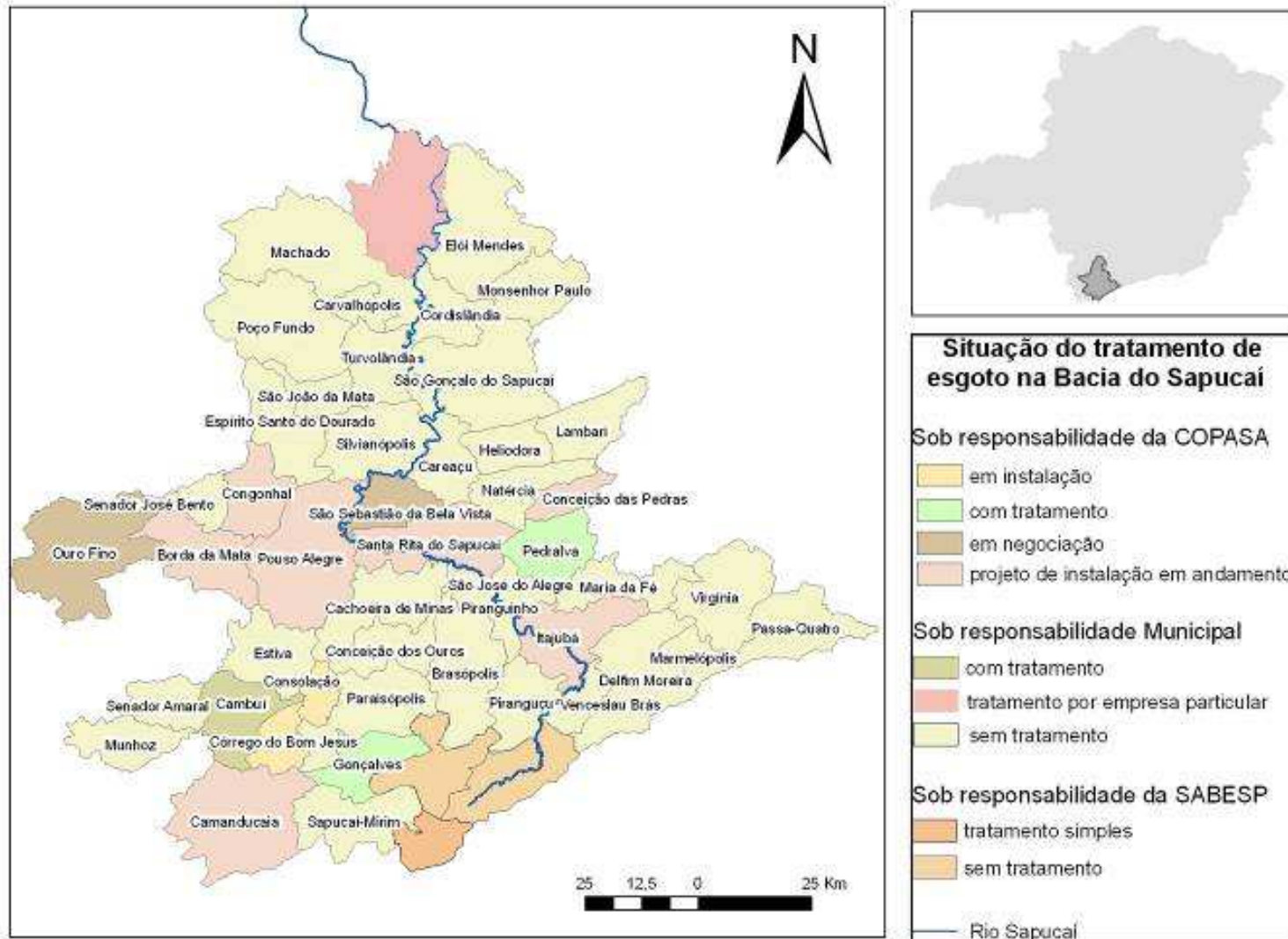
Alguns municípios pequenos, como Gonçalves e Senador José Bento, tinham um grau baixo de cobertura de rede de esgoto em 2000 , respectivamente 26 % e 28,7 %. Vários municípios antes de pensar a possibilidade de tratamento de esgoto precisam investir na estruturação do sistema de coleta. O mesmo ocorre em municípios maiores e/ou com mais recursos financeiros, como Itajubá, Pouso Alegre e Campos do Jordão precisam ampliar a rede de coleta.

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.

A Figura 12 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.

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.



**Figura 12 – Concessionárias de esgoto na Bacia do Rio SAPUCAÍ**

FONTE: COPASA, SABESP e SAAE's, 2009

### 8.3 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 38).

**Tabela 38 – 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%	
Heliadora	1					
Natércia	1					
Pouso Alegre	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)		
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				
Silvianópolis				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.



## 9. 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.

### 9.1 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.

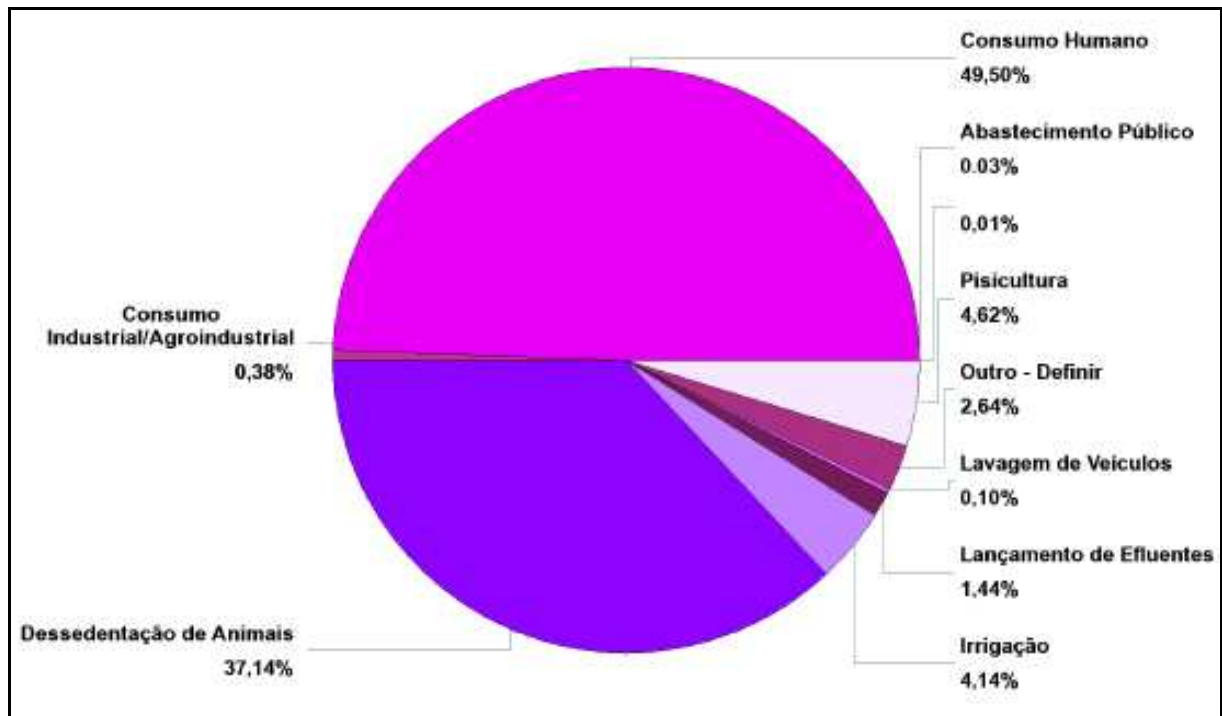
A Campanha foi voltada para todas as pessoas que realizam intervenção em recursos hídricos, sejam águas superficiais ou subterrâneas, como água de poços artesianos, lagos, rios, córregos e ribeirões.

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 H – Cadastro da Campanha de Regularização).

Dos cadastros realizados, 49,50% referem-se a consumo humano (Gráfico 9). Um detalhe interessante que pode se observado analisando a Tabela do Anexo G é a presença do uso piscicultura<sup>6</sup> em todos os municípios.

---

<sup>6</sup> ramo da aquicultura, que se preocupa com o cultivo de peixes, bem como de outros organismos aquáticos



**Gráfico 9 – Campanha Uso Legal – GD5 – Finalidades de Uso**

*FONTE: IGAM – Campanha de Regularização do Uso dos Recursos Hídricos em Minas Gerais/2009.*

## 9.2 Outorgas 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.

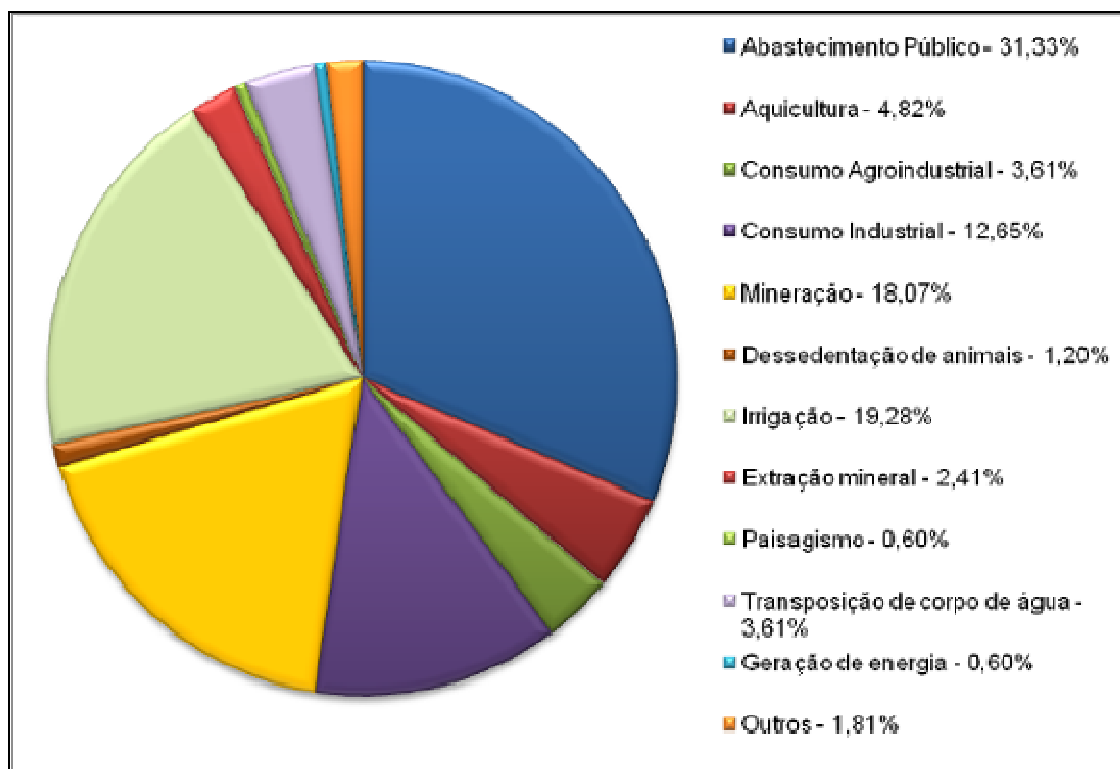
No total, foram concedidas na bacia do rio Sapucaí 166 (cento e sessenta e sei) outorgas para uso de recursos hídricos superficiais, sendo 154 de uso consuntivo (onde há perdas entre o que retorna ao curso natural) e 12 outorgas de uso não consuntivo (não há perdas) – Anexo H (Mapa dos Usos da Água).

A Tabela 39 e Gráfico 10 mostram o número de outorgas e a porcentagem relativa a cada uso na bacia.

**Tabela 39 – Outorgas Superficiais significativas concedidas na bacia do Rio Sapucaí**

USO	Nº de outorgas		Vazão	
	Número	Porcentagem	m³/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
<b>TOTAL *</b>	<b>166</b>	<b>100%</b>	<b>3,25</b>	<b>100%</b>

FONTE: IGAM 2009, COPASA 2009 e ANA 2008.



**Gráfico 10 – 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 a Tabela 39 e Gráfico 10 os principais usos na bacia do Rio Sapucaí, de acordo com o número de outorgas são Abastecimento Público, Irrigação, Mineração e Consumo Industrial.

### 9.2.1 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.

As outorgas de mananciais superficiais de uso consuntivo foram distribuídas de acordo com os pontos notáveis, como pode ser visto na Tabela 40. 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 40 – Outorgas de mananciais superficiais por ponto notável.**

<b>PONTO 01 - LOURENÇO VELHO</b>		
<i>Usos</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Vazão - m<sup>3</sup>/s</i>
Abastecimento Público	1	0,040
Lavagem de Veículos	1	0,001
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0,041</b>
<b>PONTO 02 - SAPUCAÍ</b>		
<i>Usos</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Vazão - m<sup>3</sup>/s</i>
Abastecimento Público	11	0,465
Aqüicultura	1	0,006
Consumo Industrial	3	0,079
Lavagem de Veículos	1	0,001
Mineração	1	0,016
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>0,567</b>
<b>PONTO 03 - VARGEM GRANDE</b>		
<i>Usos</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Vazão - m<sup>3</sup>/s</i>
Abastecimento Público	1	0,040
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0,040</b>

<b>PONTO 04 - CAPIVARI</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>0,021</b>
<b>PONTO 05 - ITAIM</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>0,255</b>
<b>PONTO 06 - SAPUCAÍ MIRIM</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>0,119</b>
<b>PONTO 07 - SAPUCAÍ MIRIM</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>0,703</b>

<b>PONTO 08 - MANDU</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>0,445</b>
<b>PONTO 09 - SAPUCAÍ MIRIM</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>1,153</b>
<b>PONTO 10 - CERVO</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>0,044</b>
<b>PONTO 11 - SAPUCAÍ</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>1,294</b>

<b>PONTO 12 - SAPUCAÍ</b>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m<sup>3</sup>/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
<b>TOTAL</b>	<b>87</b>	<b>2,537</b>
<b>PONTO 13 - TURVO</b>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m<sup>3</sup>/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
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>0,095</b>
<b>PONTO 14 - DOURADO</b>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Vazão - m<sup>3</sup>/s</u>
Abastecimento Público	3	0,054
Irrigação	4	0,046
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>0,100</b>



<b>PONTO 15 - SAPUCAÍ</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>126</b>	<b>2,954</b>
<b>PONTO 16 - SAPUCAÍ</b>		
<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
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>3,25</b>

FONTE: IGAM, 2009; COPASA, 2009 e ANA, 2009.

### 9.3 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.

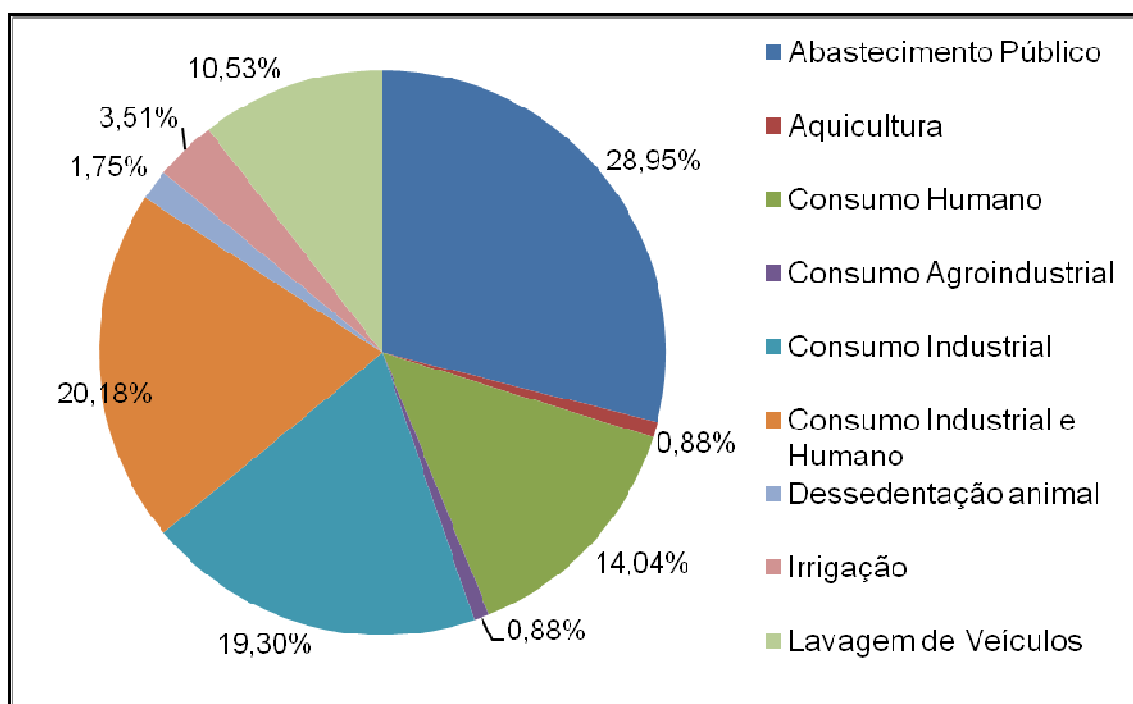
De acordo com os dados disponíveis, foram concedidas 114 (cento e quatorze) outorgas para uso de recursos da bacia do rio Sapucaí.

A Tabela 41 apresenta o número de outorgas concedidas e a vazão total relativamente a cada uso das águas subterrâneas outorgado na bacia, que também podem ser visualizados no Gráfico 11.

**Tabela 41 – Outorgas para água subterrânea na Bacia do Rio Sapucaí**

Uso	Nº 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%
<b>TOTAL*</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>	<b>818,65</b>	<b>100%</b>

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

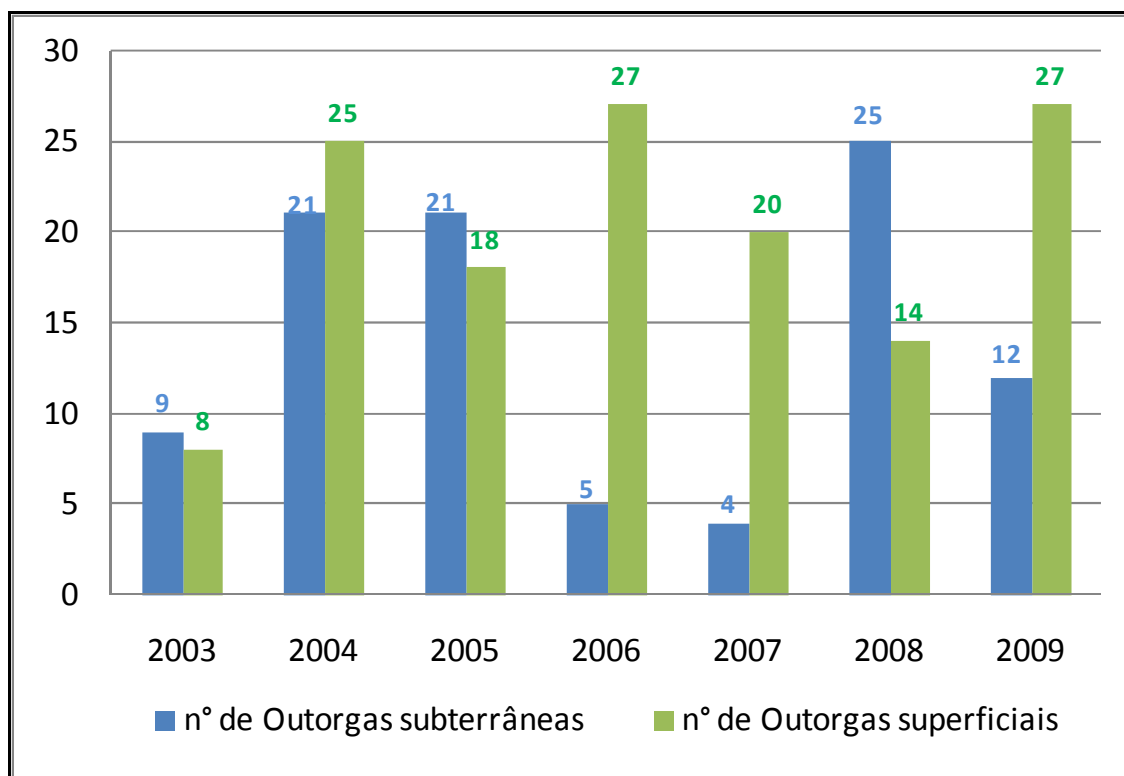


**Gráfico 11 – Porcentagem de acordo com o número de outorgas para uso de água subterrânea**

FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009

#### 9.4 Comparação entre as evoluções temporais das outorgas superficiais e subterrâneas

O Gráfico 12 apresenta a evolução temporal das outorgas superficiais e subterrâneas na bacia do rio Sapucaí.



**Gráfico 12 - Evoluções temporais das outorgas superficiais e subterrâneas**

*FONTE: IGAM, 2009 e COPASA, 2009*

Analisando o Gráfico 12, 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 mostram que o principal uso das águas subterrâneas, em termos de vazão, refere-se ao Abastecimento Público.

Em função da qualidade das águas subterrâneas<sup>7</sup>, 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

<sup>7</sup> 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.

às facilidades deste tipo de captação, pois em geral representam menor distância de 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.

## 10. DEMANDA HÍDRICA SUPERFICIAL

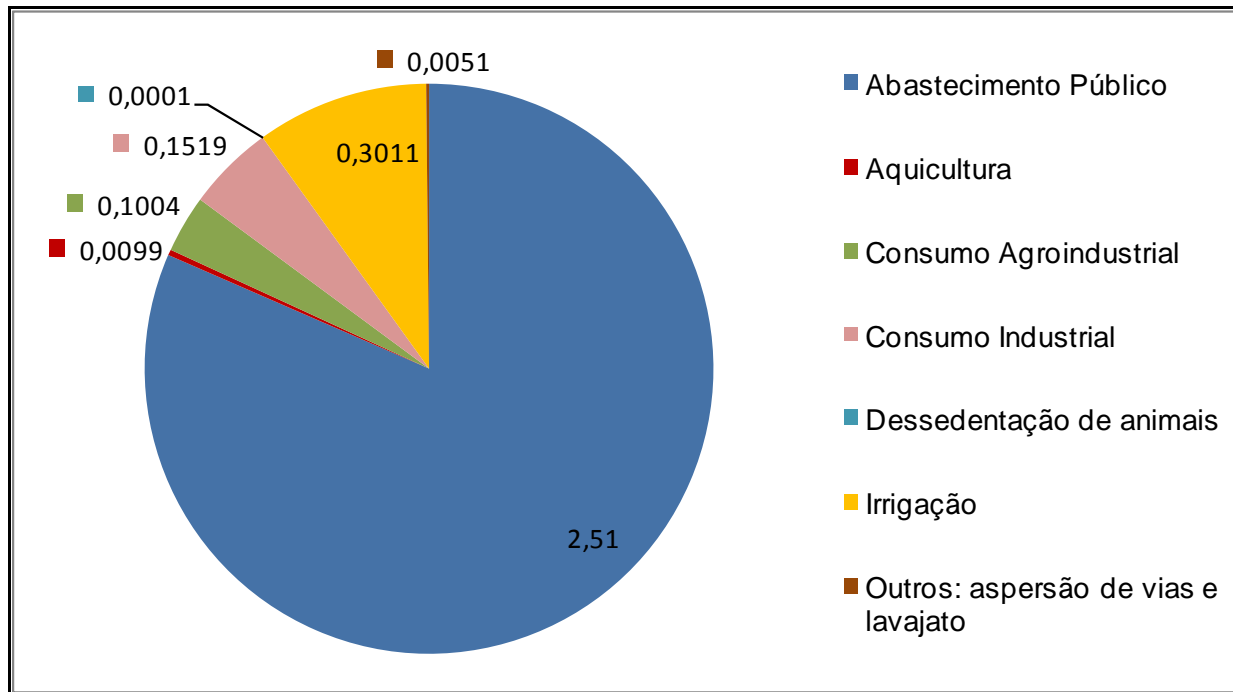
Para a avaliação da demanda hídrica atual da bacia do Sapucaí foram utilizados os dados de outorgas significantes de usos consuntivos concedidas a nível estadual e federal, disponíveis no sítio do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM até junho de 2009 e no sítio da Agência Nacional das Águas - 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 42, considerando os principais usos consuntivos tais como: abastecimento urbano, abastecimento industrial, abastecimento rural, dessedentação animal, irrigação e outros. Observa-se na Tabela 42 que a maior demanda encontra-se no Médio Sapucaí, totalizando 1,98 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s) é maior que a do Baixo (0,52 m<sup>3</sup>/s).

**Tabela 42 – 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 <sup>3</sup> /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%
<b>Total - Alto Sapucaí</b>	<b>36</b>	<b>100%</b>	<b>0,75</b>	<b>100%</b>
MÉDIO SAPUCAÍ	N° de Outorgas		Vazão	
	Número	Porcentagem	m <sup>3</sup> /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%
<b>Total - Médio Sapucaí</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>	<b>1,98</b>	<b>100%</b>
BAIXO SAPUCAÍ	N° de Outorgas		Vazão	
	Número	Porcentagem	m <sup>3</sup> /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%
<b>Total - Baixo Sapucaí</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>	<b>0,52</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL DE OUTORGAS</b>	<b>154</b>	<b>Total VAZÃO</b>	<b>3,25</b>	

O Gráfico 13 possibilita a visualização da distribuição dessas vazões outorgadas, contidas na Tabela 42, 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 13 – Demandas (vazões em m<sup>3</sup>/s) outorgadas a nível estadual (junho/09) e federal (dez/2008) para os diferentes usos.**

O resumo das demandas outorgadas, contendo inclusive o rio/localidade de uso da água, encontra-se no Anexo I – Resumo das Demandas outorgadas.

## 10.1 Evolução da demanda hídrica superficial

### 10.1.1 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 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.

O estudo aponta três (3) cenários de desenvolvimento para as bacias anteriormente citadas: cenário tendencial, normativo e ideal. Neste plano diretor será considerado apenas o cenário mais crítico do ponto de vista do consumo, que é o cenário ideal.

*"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 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.

A Tabela 43 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 43 – 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 44 apresenta a evolução da demanda futura de água na bacia aplicando-se as taxas de crescimento do consumo da Tabela 43, considerando as demandas outorgadas estaduais e federais em um horizonte de interesse nesse estudo de 2009 a 2020.

**Tabela 44 - 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 <sup>1</sup>	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 <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	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
<b>Total</b>	<b>3,25</b>	<b>3,39</b>	<b>3,54</b>	<b>3,69</b>	<b>3,85</b>	<b>4,01</b>	<b>4,19</b>	<b>4,37</b>	<b>4,56</b>	<b>4,76</b>	<b>4,97</b>	<b>5,18</b>

<sup>1</sup> Considerar o consumo Lavajato e aspersão de vias

<sup>2</sup> Considerar o consumo na Aquicultura e setor Agroindustrial

<sup>3</sup> 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 44) que:

- ✓ A demanda por Abastecimento Urbano passa de  $2,51\text{m}^3/\text{s}$  em 2009 para  $3,27\text{m}^3/\text{s}$  em 2015 e, para  $4,08\text{m}^3/\text{s}$  em 2020.
- ✓ A demanda por Abastecimento Rural passa de  $0,1103\text{m}^3/\text{s}$  ( $110,3\text{L/s}$ ) em 2009 para  $0,1105\text{m}^3/\text{s}$  ( $110,5\text{L/s}$ ) em 2015 e, para  $0,1107\text{m}^3/\text{s}$  ( $110,7\text{L/s}$ ) em 2020. Percebe-se que não há uma tendência considerável de crescimento de demanda.
- ✓ A demanda para Dessedentação Animal passa de  $0,00010\text{m}^3/\text{s}$  ( $0,10\text{L/s}$ ) em 2009 para  $0,000106\text{m}^3/\text{s}$  ( $0,106\text{L/s}$ ) em 2015 e, para  $0,000112\text{m}^3/\text{s}$  ( $0,112\text{L/s}$ ) em 2020.
- ✓ A demanda por Abastecimento Industrial passa de  $0,328\text{m}^3/\text{s}$  em 2009 para  $0,379\text{m}^3/\text{s}$  em 2015 e, para  $0,427\text{m}^3/\text{s}$  em 2020.
- ✓ A demanda por irrigação passa de  $0,301\text{m}^3/\text{s}$  em 2009 para  $0,426\text{m}^3/\text{s}$  em 2010 e, para  $0,569\text{m}^3/\text{s}$  em 2020.

A demanda total passa de  $3,25\text{m}^3/\text{s}$  em 2009 para  $5,18\text{m}^3/\text{s}$  em 2020, o que representa um acréscimo de quase  $2\text{m}^3/\text{s}$  ou  $2000\text{L/s}$  neste período de 10 (dez) anos. Daí a importância dessa previsão para um planejamento futuro de controle do uso da água nessa bacia.

## 10.2 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..

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

já tivessem sido tratados pelos órgãos gestores de modo a confirmar os valores de vazões verdadeiramente consumidas. 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 uma situação 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.

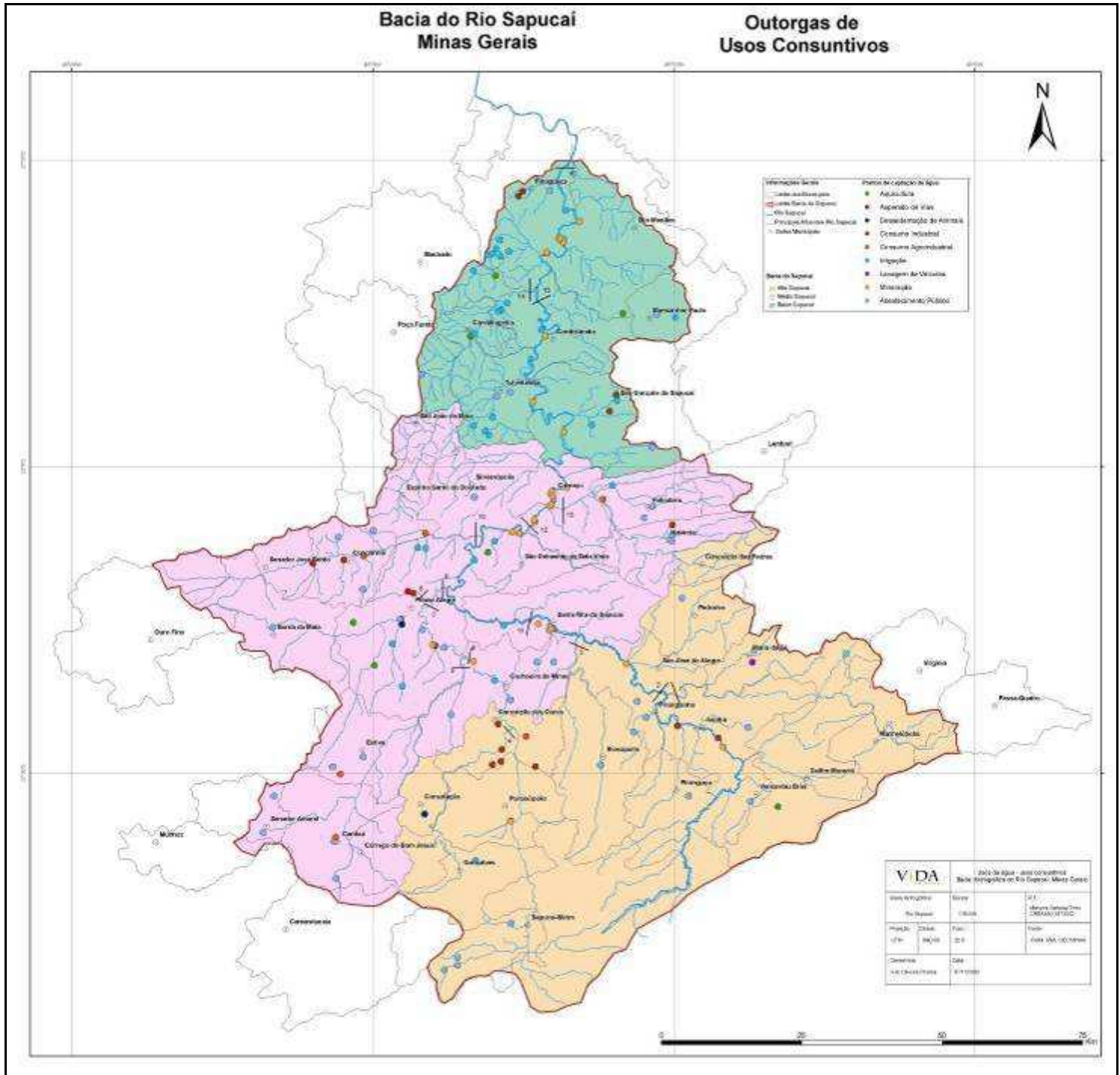
## 11. BALANÇO HÍDRICO SUPERFICIAL

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 13 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.



**Figura 13 – Pontos notáveis tomados como referência para balanço-hídrico superficial bem como espacialização das outorgas totais na bacia.**

Os resultados consolidados do balanço hídrico para os pontos notáveis da bacia estão contidos na Tabela 45. 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 45 – 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 <sup>2</sup> )	Disponibilidade $Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s) [1]	30% $Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s) [2]	Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s) [3]	Balanco Hídrico (m <sup>3</sup> /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%
<b>16</b>	<b>Sapucaí</b>	<b>8856,3</b>	<b>42,2</b>	<b>12,7</b>	<b>3,25</b>	<b>9,41</b>	<b>7,7%</b>	<b>25,7%</b>



Dentre os resultados apresentados na Tabela 45 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.

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.

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.

## **12. IDENTIFICAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INCREMENTO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE DEMANDAS E DISPONIBILIDADES**

A partir da evolução da demanda hídrica superficial, surge a necessidade de se analisar alternativas de aumento de disponibilidade hídrica dentro de uma bacia ou sub-bacia sejam através de ações antrópicas no regime hídrico dos mananciais superficiais da bacia do Sapucaí, sejam através de estudos de fontes alternativas como aproveitamento de águas subterrâneas, reúso de água ou por meio da redução do consumo de água.

Os resultados do balanço hídrico mostraram situações de estresse hídrico na sub-bacia do rio Mandu, exemplo de situação que pode vir a provocar conflitos caso não haja uma gestão hídrica adequada e imediata. Este estudo apresentará, não só para essa sub-bacia, mas para a bacia do Sapucaí como um todo, alternativas de incremento das disponibilidades hídricas considerando uma priorização de medidas.

### **12.1 Alternativas de incremento das disponibilidades hídricas**

#### **12.1.1 Gestão dos Recursos Hídricos**

O desenvolvimento e a gestão dos recursos hídricos devem ser baseados em participação dos usuários, dos planejadores e dos decisores políticos, em todos os níveis.

A contribuição da política de recursos hídricos ao desenvolvimento regional tem como objetivos:

- ✓ assegurar à atual e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- ✓ a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (secas e enchentes).

Alguns instrumentos são utilizados como auxílio à gestão das águas, são eles:

- ✓ Planos de Recursos Hídricos;
- ✓ Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da bacia;
- ✓ Outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos;
- ✓ Cobrança pelo uso da água;

### **12.1.2 Gestão da disponibilidade Hídrica**

Algumas medidas podem ser utilizadas como alternativas de novas fontes de água: exploração da água subterrânea e Reuso da água.

#### **12.1.2.1 Exploração da água subterrânea**

A exploração sustentável de aquíferos subterrâneos é uma alternativa que pode ser melhor aproveitada na região.

Vale ressaltar que o uso indiscriminado da água subterrânea pode provocar o rebaixamento do lençol freático, encarecendo o custo da extração da água o que pode, além de tornar a exploração inviável economicamente, até causar a redução da disponibilidade hídrica no decorrer do tempo. Dessa forma, é importante que os órgãos ambientais cobrem e avaliem estudos sobre a Disponibilidade Potencial dos Aquíferos da bacia do Sapucaí, bem como estudos que contemplam a taxa de recarga natural dos mananciais subterrâneos, pois é necessário que a exploração dos aquíferos seja limitada à sua taxa de recarga.

#### **12.1.2.2 Reuso da Água.**

O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. O reuso pode ser denominado de direto e indireto.

O Reúso Indireto ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada intencionalmente ou não, nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Já o Reúso direto é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades

#### **12.1.2.3 Mudanças nas técnicas de Irrigação**

O sistema de irrigação por gotejamento se desenvolveu em função da escassez de água. Este sistema aplica água em apenas parte de uma área, reduzindo assim a superfície do solo que fica molhada, exposta às perdas por evaporação. Com isto, a eficiência de aplicação é bem maior e o consumo de água menor. Os emissores utilizados podem ser gotejadores ou microaspersores.

#### **12.1.2.4 Recuperação da cobertura vegetal**

A recuperação da cobertura vegetal proporciona aumento das vazões mínimas, visto que proporciona a 'regularização' natural das mesmas.

Cita-se aqui um artigo publicado na Enciclopédia Biosfera intitulado ‘Proposta de um Plano de Recuperação da Mata Ciliar do Rio Sapucaí’ (Figueiredo et all , 2006) cujo objetivo foi propor um projeto de recuperação do rio Sapucaí junto à mata ciliar, recuperação de pequenas nascentes, redução do assoreamento, conscientização da população ribeirinha e produtores rurais que margeiam o rio através de práticas de educação ambiental.

#### **12.1.2.5 Rede de Monitoramento Hidrológico Adequada**

Com relação aos equipamentos necessários para um estudo mais criterioso e confiável em relação ao clima da bacia, são necessárias séries históricas de pluviosidade completas de, no mínimo, 30 anos, além de outros fatores. Apesar da bacia do Rio Sapucaí estar bem coberta por estações pluviométricas, essas apresentavam séries incompletas e inúmeras delas estavam desativadas, comprometendo a qualidade dos trabalhos que possam ser desenvolvidos na dependência desses dados. Deve-se lembrar ainda que, apesar de fornecer importantes informações, dados pluviométricos não são, em si, suficientes para estudos de caracterização do clima local.

Nesse sentido, é grande a demanda na bacia do Sapucaí por estações climatológicas completas, que forneçam aparelhos capazes de mensurar outros itens de grande importância para a análise climatológica.

#### **12.1.2.6 Gestão da demanda Hídrica**

A gestão das demandas hídricas também é uma forma de aumentar a disponibilidade hídrica, pois o uso racional da água favorece o aumento de sua eficiência, reduzindo as perdas de água e possibilita a utilização desta água racionada para outros usos produtivos.

Estudos que visam melhoria da eficiência da atividade produtiva, principalmente das atividades de maior demanda na bacia como irrigação, abastecimento público, etc são exemplos de gestão.

Através da outorga pelo uso da água bem como a cobrança pelo uso, podem-se compatibilizar as disponibilidades e demandas da região do Sapucaí, bem como criar fundos financeiros dentro da bacia para investir em projetos, tais como, de recuperação de áreas degradadas e de mata ciliar, recuperação de nascentes e outros, além de e estudos semelhantes ao citado no parágrafo anterior.

### **13. COMPATIBILIZAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE DEMANDA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE FORMA A ALCANÇAR OS CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO ESTABELECIDOS, NUM HORIZONTE DE TEMPO ESTABELECIDO**

Para avaliar o quanto da disponibilidade está sendo utilizado em cada cenário, será utilizado um índice que resulta da razão entre a demanda hídrica outorgada e a disponibilidade hídrica superficial. Conforme já citado no estudo de balanço hídrico, essa disponibilidade é igual a 30% da vazão de referência  $Q_{7,10}$ , portanto este índice será definido como  $IDD = \text{demanda hídrica outorgada} / 30\% Q_{7,10}$ .

As Tabelas 46 a 61 apresentam esses valores para cada um dos 16 pontos notáveis ao longo da bacia do Sapucaí. Resumidamente essas Taxas de crescimento (em %) para os usos consuntivos de água outorgados na bacia do rio Sapucaí considerando um cenário ideal a partir de 2010 foram iguais a: para o Abastecimento Urbano: 3,25; para o Abastecimento Rural 0,03; para a Dessedentação Animal: 1,02; para o Abastecimento Industrial: 2,43; para a Irrigação: 5,95. Cada uma dessas taxas foi aplicada para cada caso.

Importante ressaltar que se repetiu a mesma consideração feita no estudo de demanda, ou seja, os consumos de lavagem de veículos e de aspersão de vias foram considerados como sendo uso no Abastecimento Urbano; os consumos na aquicultura e no setor agroindustrial foram considerados como uso no Abastecimento Rural; por último, o consumo na mineração foi considerado como uso no Abastecimento Industrial.

**Tabela 46– Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 01 – Lourenç Velho.**

PONTO 01 - LOURENÇO VELHO		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Lavagem de Veículos	1	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-
Abastecimento Público	1	0,040	0,042	0,052	0,065	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0,041</b>	<b>0,043</b>	<b>0,053</b>	<b>0,066</b>	<b>4,34</b>	<b>1,30</b>	<b>3,3%</b>	<b>4,1%</b>	<b>5,1%</b>

**Tabela 47 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 02.**

PONTO 02 - SAPUCAÍ		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Lavagem de Veículos	1	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-
Abastecimento Público	11	0,465	0,486	0,606	0,755	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	3	0,079	0,081	0,091	0,096	-	-	-	-	-
Aquicultura	1	0,006	0,006	0,006	0,008	-	-	-	-	-
Mineração	1	0,016	0,016	0,019	0,023	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>0,567</b>	<b>0,590</b>	<b>0,723</b>	<b>0,883</b>	<b>15,88</b>	<b>4,76</b>	<b>12,4%</b>	<b>15,2%</b>	<b>18,5%</b>

**Tabela 48 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 03.**

PONTO 03 - VARGEM GRANDE		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	1	0,040	0,042	0,052	0,065	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0,040</b>	<b>0,042</b>	<b>0,052</b>	<b>0,065</b>	<b>1,29</b>	<b>0,39</b>	<b>10,8%</b>	<b>13,5%</b>	<b>16,8%</b>

**Tabela 49 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 04.**

PONTO 04 - CAPIVARI		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Consumo Industrial	7	0,017	0,017	0,019	0,022	-	-	-	-	-
Dessedentação de animais	1	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Consumo Agroindustrial	1	0,003	0,003	0,003	0,003	-	-	-	-	-
Irrigação	1	0,001	0,001	0,001	0,002	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>	<b>0,024</b>	<b>0,027</b>	<b>1,60</b>	<b>0,48</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,9%</b>	<b>5,5%</b>

**Tabela 50 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 05.**

PONTO 05 - ITAIM		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<i>Usos</i>	<i>Quantidade</i>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	9	0,216	0,226	0,281	0,351	-	-	-	-	-
Consumo Agroindustrial	2	0,037	0,037	0,037	0,037	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	1	0,002	0,002	0,002	0,002	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>0,255</b>	<b>0,264</b>	<b>0,320</b>	<b>0,39</b>	<b>2,30</b>	<b>0,69</b>	<b>38,3%</b>	<b>46,4%</b>	<b>56,5%</b>

**Tabela 51 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 06.**

PONTO 06 - SAPUCAÍ MIRIM		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<i>Usos</i>	<i>Quantidade</i>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Mineração	3	0,027	0,028	0,031	0,035	-	-	-	-	-
Consumo Agroindustrial	0	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Dessedentação de animais	1	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	8	0,017	0,017	0,019	0,022	-	-	-	-	-
Irrigação	2	0,015	0,016	0,021	0,028	-	-	-	-	-
Abastecimento Público	3	0,060	0,063	0,078	0,098	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>0,119</b>	<b>0,123</b>	<b>0,150</b>	<b>0,18</b>	<b>5,0</b>	<b>1,50</b>	<b>8,2%</b>	<b>10,0%</b>	<b>12,2%</b>



**Tabela 52 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 07.**

PONTO 07 - SAPUCAÍ MIRIM		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Mineração	4	0,037	0,038	0,042	0,048	-	-	-	-	-
Dessedentação de animais	1	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	9	0,018	0,019	0,021	0,024	-	-	-	-	-
Irrigação	2	0,015	0,016	0,021	0,028	-	-	-	-	-
Abastecimento Público	15	0,596	0,623	0,777	0,968	-	-	-	-	-
Consumo Agroindustrial	2	0,037	0,037	0,037	0,037	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>0,703</b>	<b>0,732</b>	<b>0,898</b>	<b>1,10</b>	<b>7,8</b>	<b>2,34</b>	<b>31,3%</b>	<b>38,4%</b>	<b>47,2%</b>

**Tabela 53 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 08.**

PONTO 08 - MANDU		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	2	0,400	0,418	0,521	0,649	-	-	-	-	-
Aquicultura	2	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-
Irrigação	2	0,014	0,015	0,020	0,026	-	-	-	-	-
Dessedentação de animais	1	0,0001	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	3	0,030	0,031	0,035	0,040	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>0,445</b>	<b>0,465</b>	<b>0,576</b>	<b>0,72</b>	<b>1,5</b>	<b>0,45</b>	<b>104,3%</b>	<b>129,4%</b>	<b>160,7%</b>

**Tabela 54 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 09.**

PONTO 09 - SAPUCAÍ MIRIM		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	17	0,996	1,041	1,297	1,617	-	-	-	-	-
Aquicultura	2	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-
Irrigação	4	0,029	0,031	0,041	0,055	-	-	-	-	-
Dessedentação de animais	2	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	12	0,049	0,050	0,056	0,063	-	-	-	-	-
Mineração	4	0,037	0,038	0,042	0,048	-	-	-	-	-
Consumo Agroindustrial	2	0,037	0,037	0,037	0,037	-	-	-	-	-
Aspersão de Vias	2	0,004	0,005	0,006	0,007	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>1,153</b>	<b>1,201</b>	<b>1,480</b>	<b>1,83</b>	<b>9,6</b>	<b>2,89</b>	<b>41,6%</b>	<b>51,2%</b>	<b>63,3%</b>

**Tabela 55 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 10.**

PONTO 10 - CERVO		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Consumo Agroindustrial	2	0,003	0,003	0,003	0,003	-	-	-	-	-
Abastecimento Público	1	0,019	0,020	0,025	0,031	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	1	0,004	0,004	0,005	0,005	-	-	-	-	-
Irrigação	2	0,018	0,019	0,025	0,034	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>0,044</b>	<b>0,046</b>	<b>0,058</b>	<b>0,073</b>	<b>1,9</b>	<b>0,56</b>	<b>8,2%</b>	<b>10,3%</b>	<b>13,1%</b>

**Tabela 56 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 11.**

PONTO 11 - SAPUCAÍ		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Lavagem de Veículos	1	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-
Abastecimento Público	17	1,160	1,212	1,510	1,882	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	4	0,079	0,081	0,091	0,103	-	-	-	-	-
Aquicultura	1	0,006	0,006	0,006	0,006	-	-	-	-	-
Mineração	6	0,049	0,050	0,056	0,063	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>1,294</b>	<b>1,349</b>	<b>1,665</b>	<b>2,055</b>	<b>16,4</b>	<b>4,92</b>	<b>27,4%</b>	<b>33,8%</b>	<b>41,8%</b>

**Tabela 57 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 12.**

PONTO 12 - SAPUCAÍ		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	35	2,175	2,273	2,832	3,529	-	-	-	-	-
Aquicultura	4	0,008	0,008	0,008	0,008	-	-	-	-	-
Irrigação	9	0,083	0,088	0,118	0,158	-	-	-	-	-
Dessedentação de animais	2	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	17	0,132	0,135	0,152	0,172	-	-	-	-	-
Mineração	13	0,094	0,096	0,108	0,122	-	-	-	-	-
Aspersão de Vias	2	0,004	0,005	0,006	0,007	-	-	-	-	-
Consumo Agroindustrial	4	0,040	0,040	0,040	0,041	-	-	-	-	-
Lavagem de Veículos	1	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>87</b>	<b>2,537</b>	<b>2,646</b>	<b>3,266</b>	<b>4,037</b>	<b>32,1</b>	<b>9,63</b>	<b>27,5%</b>	<b>33,9%</b>	<b>41,9%</b>

**Tabela 58 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 13.**

PONTO 13 - TURVO		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	5	0,036	0,038	0,047	0,058	-	-	-	-	-
Aquicultura	1	0,002	0,002	0,002	0,002	-	-	-	-	-
Consumo Agroindustrial	1	0,057	0,057	0,057	0,057	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	1	0,0001	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Irrigação	2	0,015	0,016	0,021	0,028	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>0,110</b>	<b>0,112</b>	<b>0,127</b>	<b>0,146</b>	<b>2,0</b>	<b>0,61</b>	<b>18,3%</b>	<b>20,6%</b>	<b>23,7%</b>

**Tabela 59 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 14.**

PONTO 14 - DOURADO		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	3	0,054	0,056	0,070	0,088	-	-	-	-	-
Irrigação	4	0,046	0,048	0,064	0,086	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>0,100</b>	<b>0,105</b>	<b>0,135</b>	<b>0,174</b>	<b>1,3</b>	<b>0,40</b>	<b>26,3%</b>	<b>33,9%</b>	<b>43,6%</b>

**Tabela 60 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 15.**

PONTO 15 - SAPUCAÍ		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<i>Usos</i>	<i>Quantidade</i>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	47	2,386	2,494	3,108	3,873	-	-	-	-	-
Aquicultura	7	0,010	0,010	0,010	0,010	-	-	-	-	-
Irrigação	18	0,172	0,182	0,243	0,324	-	-	-	-	-
Dessedentação de animais	2	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	20	0,146	0,150	0,169	0,190	-	-	-	-	-
Mineração	24	0,138	0,141	0,159	0,179	-	-	-	-	-
Aspersão de Vias	2	0,004	0,005	0,006	0,007	-	-	-	-	-
Consumo Agroindustrial	5	0,097	0,097	0,098	0,098	-	-	-	-	-
Lavagem de Veículos	1	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>126</b>	<b>2,954</b>	<b>3,079</b>	<b>3,792</b>	<b>4,682</b>	<b>38,6</b>	<b>11,59</b>	<b>26,6%</b>	<b>32,7%</b>	<b>40,4%</b>

**Tabela 61 – Demanda de Água/ Disponibilidade – cenário tendencial de crescimento de demanda para 5 e 10 anos. Ponto Notável 16.**

PONTO 16 - SAPUCAÍ		Demanda Outorgada (m <sup>3</sup> /s)				Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>DD</sub> = Demanda/30% Q <sub>7,10</sub>		
<u>Usos</u>	<u>Quantidade</u>	2009	2010	2015	2020	Q <sub>7,10</sub>	30% Q <sub>7,10</sub>	2010	2015	2020
Abastecimento Público	52	2,507	2,620	3,265	4,069	-	-	-	-	-
Aquicultura	8	0,010	0,010	0,010	0,010	-	-	-	-	-
Irrigação	32	0,301	0,319	0,426	0,569	-	-	-	-	-
Dessedentação de animais	2	0,0001	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
Consumo Industrial	22	0,152	0,156	0,175	0,198	-	-	-	-	-
Mineração	30	0,176	0,180	0,203	0,229	-	-	-	-	-
Aspersão de Vias	2	0,004	0,005	0,006	0,007	-	-	-	-	-
Consumo Agronidustrial	5	0,097	0,097	0,098	0,098	-	-	-	-	-
Lavagem de Veículos	1	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>3,25</b>	<b>3,4</b>	<b>4,2</b>	<b>5,2</b>	<b>42,2</b>	<b>12,66</b>	<b>26,8%</b>	<b>33,0%</b>	<b>40,9%</b>

Os resultados obtidos para os índices IDD indicam que a curto (2010) e longo prazo (2015 e 2020), mantidas as taxas de crescimento tendenciais, a sub-bacia do Mandu (ponto notável 8) não terá condições de atender as demandas outorgáveis para a vazão de referência atual, sendo já em 2010 alcançado um índice de 104,3%, ou seja, superou o limite máximo de 30% da  $Q_{7,10}$ .

Considerando o horizonte de projeto de 10 anos, ou seja, em 2020, para os pontos notáveis 01 (Lourenço Velho), 02 (Alto Sapucaí), 03 (Vargem Grande); 04 (Capivari), 06 (Sapucaí-Mirim), 10 (Cervo), 13 (Turvo) os resultados do IDD mostram-se inferiores a 25%. No caso dos Pontos Notáveis 07 (Sapucaí-Mirim), 11 (Sapucaí), 12 (Sapucaí); 14 (Dourado); 15 (Sapucaí) e 16 (Sapucaí) os valores do índice IDD se aproximam de 50%. Já os índices para os pontos 05 (Itaim) e 09 (Sapucaí-Mirim) ultrapassam 50%.

Para as demais sub-bacias, exceto nos pontos notáveis 05 e 09, observa-se que o IDD não chega a atingir 50% até 2020. Entretanto é necessário novamente esclarecer sobre a confiabilidade na base de dados utilizados aqui, tendo em vista que esses valores para a bacia como um todo muito provavelmente não condiz com a realidade atual. Ainda assim, com os dados considerados já se observam situações que exigem ações imediatas dos gestores de recursos hídricos a fim de evitar possíveis conflitos de uso e racionamento do uso da água.

## **14. ESTIMATIVA DA CARGA POLUIDORA E DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS**

### **14.1 Resíduos lançados diretamente no corpo d'água**

No caso da Bacia do rio Sapucaí a poluição difusa é a mais preocupante, proveniente principalmente da agricultura, um dos usos preponderantes na bacia.

As atividades de pecuária também podem ser consideradas de alto potencial de geração de cargas poluidoras difusas.

Na bacia do Sapucaí o problema mais agravante é a inexistência de Estações de Tratamento de Esgoto na maioria dos Municípios. Atualmente apenas Pedralva, Gonçalves, Paraguaçu e Cambuí (2 bairros) possuem tratamento de esgoto.

Na Tabela 62 é possível visualizar os resultados do Padrão Coliforme Total nos pontos de monitoramento da qualidade das águas na bacia do Rio Sapucaí nos anos de 2000, 2002, 2004 e 2006. Coliformes totais são aquelas bactérias que não causam doenças, visto que habitam o intestino de animais mamíferos inclusive o homem. Desta forma, são indicativos de poluição por esgotos domésticos.



**Tabela 62 – Coliformes totais na Bacia do Rio Sapucaí.<sup>8</sup>**

Coliformes totais - NMP/100mL							
	BG039	BG041	BG043	BG044	BG045	BG047	BG049
mar/2000	>160.000	160.000	30.000	50.000	90.000	24.000	24.000
jun/2000	24.000	160.000	50.000	24.000	>160.000	5.000	1.300
set/2000	24.000	1.100	13.000	17.000	3.000	50.000	220
nov/2000	24.000	30.000	8.000	13.000	90.000	24.000	5.000
mar/2002	13.000	50.000	11.000	3.300	22.000	17.000	1.400
jun/2002	8.000	90.000	110.000	11.000	160.000	2.300	1.300
set/2002	5.000	50.000	5.000	11.000	160.000	13.000	1.700
nov/2002	90.000	30.000	30.000	24.000	90.000	11.000	1.300
mar/2004	5.000	50.000	8.000	13.000	24.000	5.000	1.100
jun/2004	8.000	13.000	11.000	5.000	30.000	30.000	5.000
set/2004	800	50.000	5.000	5.000	24.000	350	220
nov/2004	90.000	90.000	8.000	90.000	-	7.000	140
mar/2006	2.300	50.000	8.000	170	30.000	2.300	1.700
jun/2006	170	13.000	140	3.000	17.000	170	40
set/2006	1.100	50.000	400	200	17.000	2.300	2
nov/2006	2.300	30.000	24.000	1.300	22.000	24.000	1.100

FONTE: IGAM – Projeto Águas de Minas

Uma análise interessante pode ser feita observando os dados das estações BG 041 e BG 045, situados após os municípios de Itajubá e Pouso Alegre, respectivamente. Em ambas as estações os valores de Coliformes totais estiveram acima do padrão estabelecido (5.000 NMP/100 mL) em praticamente todas as campanhas de monitoramento. Isso porque, Itajubá e Pouso Alegre são as cidades mais populosas da Bacia e ainda não possuem tratamento de esgoto. Vale lembrar que os municípios de Pouso Alegre, Santa Rita do Sapucaí e Itajubá já estão em fase de projeto, construção e/ou implantação de suas estações de tratamento de esgoto.

Em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, a Tabela 63 mostra que nos anos de 2000, 2002, 2004 e 2006 os valores estiveram abaixo do padrão estabelecido em praticamente todas as campanhas.

<sup>8</sup> Valores em vermelho indicam estar acima do padrão estabelecido.

**Tabela 63 – Demanda Bioquímica de Oxigênio da bacia do rio Sapucaí**

Demanda Bioquímica de Oxigênio mg/L							
	BG039	BG041	BG043	BG044	BG045	BG047	BG049
<i>mar/2000</i>	10	4	<2	3	3	2	2
<i>jun/2000</i>	2	<2	<2	<2	3	<2	<2
<i>set/2000</i>	2	4	3	2	3	3	5
<i>nov/2000</i>	3	3	3	2	3	3	2
<i>mar/2002</i>	2	2	2	2	2	2	2
<i>jun/2002</i>	2	2	2	2	2	2	2
<i>set/2002</i>	2	3	2	2	2	2	2
<i>nov/2002</i>	4	4	3	3	3	2	2
<i>mar/2004</i>	2	2	2	2	2	2	2
<i>jun/2004</i>	2	2	2	2	2	3	2
<i>set/2004</i>	3	4	2	2	2	2	2
<i>nov/2004</i>	2	4	3	2	3	2	2
<i>mar/2006</i>	2	2	2	2	2	2	2
<i>jun/2006</i>	2	2	2	2	2	2	4
<i>set/2006</i>	2	9	2	2	2	2	2
<i>nov/2006</i>	2	2	2	2	2	2	2

#### 14.2 Resíduos lançados indiretamente no corpo d'água

O principal resíduo lançado indiretamente, ou até mesmo diretamente no corpo d'água é o lixo. Tem sido muito comum o lançamento de lixo diretamente nos cursos d'água, ou nas suas margens, o que acarreta degradação dos rios e o comprometimento da qualidade de vida e de saúde da população local. O lixo acumulado nos corpos hídricos serve de alimento para determinadas espécies de animais que passam a habitar aquela região. Muitos desses animais podem transmitir doenças extremamente graves e fatais como, por exemplo, a leptospirose.

Diagnóstico realizado em 2001 (COPASA) identifica a presença de lixões em vários municípios da bacia, como, quais posteriormente substituídos por aterros controlados, como em Cachoeira de Minas, Estiva, Gonçalves, Maria da Fé e São José do Alegre, (Tabela 38 da página 138).

O município de Elói Mendes em consórcio com o município de Monsenhor Paulo está finalizando a implantação do Aterro Sanitário, localizado em Elói Mendes, e que irá atender ambos os municípios. O aterro encontra-se em fase final de implantação, e tem previsão para início de funcionamento para o mês de Junho de 2010 (Foto 16).



**Foto 16 – Situação do Aterro Sanitário de Elói Mendes em 24/02/2010.**

Utilizando os dados de projeção de população da Fundação João Pinheiro, e considerando a produção de percapita de lixo de 0,7 kg/hab.dia, é possível estimar a produção de resíduos na bacia do rio Sapucaí para os próximos 10 anos.

## 15. ENQUADRAMENTO

Tendo em vista toda essa dinâmica a respeito da utilização da água, apresentamos neste relatório algumas diretrizes a fim de subsidiar o enquadramento das águas da Bacia do Rio Sapucaí.

Trata-se de um processo decisório onde estão em jogo a qualidade da água (que condiciona os usos da água), as cargas poluidoras e os custos para redução da poluição. Quanto melhor a qualidade da água desejada, menores devem ser as cargas poluidoras e maiores serão os custos para tratamento dos efluentes. O enquadramento é influenciado por aspectos técnicos, econômicos, sociais e políticos. O processo de enquadramento deve considerar todos estes aspectos para que sejam estabelecidas metas de qualidade das águas factíveis de serem alcançadas no horizonte de planejamento estabelecido. Se forem estabelecidas metas muito ambiciosas os custos podem ser excessivamente altos e de difícil realização. Por outro lado, se as metas forem muito modestas, algumas situações de degradação da qualidade das águas podem se tornar irreversíveis, impedindo os usos múltiplos das águas.

### 15.1 Aspectos legais

Para a elaboração das diretrizes de enquadramento da Bacia do Rio Sapucaí, foram considerados os seguintes dispositivos legais:

- ✓ Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 1, de 5 de maio de 2008 – dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
- ✓ Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/05, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Este torna-se um instrumento de planejamento permitindo estabelecer a qualidade que cada curso de água deverá manter, de forma a atender seus usos específicos.
- ✓ Segundo a Deliberação supra citada (DN COPAM/CERH-MG 01/2008), a classificação dos corpos de água segue da seguinte forma, de acordo com seus usos possíveis:
  - Classe Especial: abastecimento para consumo humano com filtração e desinfecção, preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas,

preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

- Classe 1: abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário (como natação, esqui aquático e mergulho), irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e ingeridas cruas sem remoção de película, proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
  - Classe 2: abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa ter contato direto, aquicultura e pesca.
  - Classe 3: abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, pesca amadora, recreação de contato secundário, dessedentação de animais.
  - Classe 4: navegação, harmonia paisagística e usos menos exigentes.
- ✓ Resolução nº 91, de 5 de novembro de 2008 – estabelece os procedimentos para o enquadramento de corpos de água.
  - ✓ Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000 – institui o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza) e estabelece critérios e normas para criação e implantação e gestão das unidades de conservação.

## 15.2 Diretrizes para o enquadramento da Bacia do Rio Sapucaí

Tendo em vista os instrumentos legais que norteiam o presente estudo, foram considerados os seguintes relatórios técnicos para as diretrizes aqui apresentadas:

- ✓ Diagnóstico do Meio Físico-Biótico;
- ✓ Diagnóstico da Dinâmica Social;
- ✓ Diagnóstico/Prognóstico das Demandas Hídricas.

Para a elaboração das diretrizes de enquadramento das águas, foram contemplados os seguintes itens: levantamento das legislações e propostas de enquadramento existentes,

diagnóstico dos usos preponderantes atuais a partir de outorgas concedidas, identificação dos corpos de água em unidades de conservação, diagnóstico da condição atual da qualidade hídrica de acordo com os dados do IGAM, identificação das fontes de poluição, os pontos de monitoramento da qualidade das águas e as peculiaridades significativas de determinadas regiões e/ou municípios da bacia hidrográfica do rio Sapucaí.

### **15.3 Diagnóstico dos usos preponderantes**

O diagnóstico dos usos preponderantes foi baseado na avaliação da demanda hídrica atual da bacia do Sapucaí, onde foram utilizados os dados de outorgas significantes de usos consuntivos concedidas a nível estadual e federal, disponíveis no IGAM e ANA e COPASA, até dezembro de 2009.

No total, foram concedidas na bacia do rio Sapucaí 166 (cento e sessenta e seis) outorgas para uso de recursos hídricos superficiais, sendo 154 de uso consuntivo (e 12 outorgas de uso não consuntivo

A seguir, são dispostos os usos preponderantes da água, bem como sua localidade, e alguns comentários relativos a esses usos. Em primeiro lugar são analisados os usos consuntivos e, a seguir, os não consuntivos.

#### **15.3.1 Abastecimento público**

O abastecimento público representa a forma mais significativa de uso consuntivo da água, são 53 outorgas que correspondem a 79% da vazão total outorgada. Se analisarmos por trecho da bacia, o abastecimento público é responsável por aproximadamente 77% da vazão outorgada no Alto Sapucaí, 86% no Médio e 51% no Baixo.

A média de consumo de água por habitante alcança 135,2 litros / dia, multiplicado pela população total da bacia (618.276 habitantes) significa um consumo diário de 83.590.915,2 litros.

#### **15.3.2 Irrigação**

Na campanha de regularização do uso da água (Faça Uso Legal da Água, 2009), promovida pelo governo de Minas Gerais, foram realizados 921 registros de uso da água para irrigação. Acredita-se que este seja um número subestimado, porque há certo temor, por parte do produtor rural, de realizar o registro. O maior número de registros pertence ao município de Pouso Alegre (354). Esse fato tanto pode derivar do fato deste ser o município mais populoso da bacia, quanto do empenho do escritório local da EMATER em estimular os agricultores a registrar.

Produtores de batata, morango e olerícolas são aqueles que mais utilizam irrigação, no Médio e Alto Sapucaí. De acordo com informações fornecidas por técnicos da EMATER e da EPAMIG, a irrigação é realizada por gravidade e não demanda grande volume de água. O maior problema é aquele relativo à qualidade da água, freqüentemente contaminada, segundo eles, principalmente por coliformes fecais. No Baixo trecho da bacia são utilizados sistemas de irrigação por aspersão em culturas temporárias, como milho e feijão. A maior parte das outorgas de água para irrigação concentram-se neste trecho da bacia (19), sendo essa forma de uso a segunda maior em volume de água superficial outorgada (34 % da vazão outorgada).

### **15.3.3 Dessedentação animal**

O registro de utilização da água para dessedentação animal é o segundo maior em termos absolutos, foram 7.570 registros realizados em 39 dos 48 municípios mineiros da bacia, resultado da campanha de regularização do uso da água. A pecuária é uma atividade expressiva na região. O rebanho bovino é numeroso e, em geral, as pastagens ocupam as áreas baixas e de várzea, com o rebanho tendo acesso direto às margens dos cursos d'água. Não obstante, existe, em toda bacia, apenas duas outorgas de água superficial para essa finalidade, uma no Alto e uma no Médio Sapucaí.

### **15.3.4 Exploração mineral**

Os casos de outorga para mineração são 30 em toda bacia. As principais atividades minerárias registradas no Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM) referem-se à extração de areia e cascalho, realizada no leito dos cursos de água. Também ocorrem registros de exploração de água mineral em Minas e em São Paulo. A Minalba Alimentos e Bebidas Ltda., por exemplo, explora mananciais de água mineral em Campos do Jordão.

### **15.3.5 Consumo industrial e agroindustrial**

Entre as agroindústrias regionais destacam-se as de beneficiamento de café e as de processamento de mandioca para a produção de polvilho, além dos laticínios. As indústrias do setor de transformação, eletroeletrônica, mecânica, autopeças, não consomem água em seu processo produtivo, o seu consumo é variável estando relacionado ao número de funcionários.

Existem 21 outorgas de água superficial para consumo industrial na bacia, 8 no Alto Sapucaí, 6 no Médio e 4 no Baixo. Para agroindústrias existem seis outorgas, 5 delas no curso médio da bacia.

Na campanha de regularização os dados de consumo industrial e agroindustrial foram computados conjuntamente, foram 79 registros em 23 diferentes municípios. Os trechos Alto e Médio Sapucaí empatam com 30 registros cada um.

#### **15.3.6 Outros usos**

Além destes, existem 511 registros de usos diversos não especificados, na campanha de regularização e 20 casos de uso para lavagem de automóveis. No caso do registro de outorgas existem três casos registrados como outros que se referem a lava-jatos e aspersão de ruas.

#### **15.3.7 Diluição de despejos**

A diluição de despejos, em especial do esgoto sanitário, constitui um dos principais fatores de comprometimento da qualidade da água. Sabe-se que a quase totalidade dos efluentes são lançados diretamente, sem nenhum tipo de tratamento. No entanto, a diluição não é recomendada em substituição ao tratamento dos despejos, devendo somente ser utilizada para a carga residual das estações de tratamento, ao contrário do que realmente ocorre na bacia.

#### **15.3.8 Piscicultura**

De acordo com a EPAMIG a piscicultura (ou aqüicultura) tem-se destacado como atividade das mais promissoras para Minas Gerais. Na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí a atividade vem crescendo, incentivada pela EMATER. No município de Piranguinho, localizado na bacia do Ribeirão do Açudinho, a empresa implantou, em 2008, um sistema de compras comunitárias de alevinos. A principal espécie implantada é exótica, a tilápia tailandesa, mas também são criados pacu, o tambacu, o piau, a carpa, a matrinxã, o bagre. Outros municípios próximos também participam desse sistema: Itajubá, Brasópolis e São José do Alegre.

Foram registrados, nos municípios mineiros da BHRS, na campanha estadual Faça Uso Legal da Água, 1.007 casos de utilização da água para piscicultura. Existem oito outorgas para aqüicultura em toda bacia: quatro no Médio Sapucaí, três no Baixo e uma no Alto.

Em Campos do Jordão destaca-se a truticultura. As trutas foram introduzidas nos rios locais na década de 60 e se reproduziram bem. A pesca é esportiva. Existem pesqueiros que exploram a atividade comercialmente, associada ao turismo.



### **15.3.9 Turismo e lazer**

A atividade turística associada aos recursos hídricos acontece, principalmente, nos dois extremos da bacia hidrográfica. A beleza cênica e a abundância de água da Serra da Mantiqueira atraem turistas para os municípios do Alto Sapucaí, enquanto o Lago de Furnas constitui o atrativo da parte baixa da bacia, nos municípios de Elói Mendes e Paraguaçu. Em Paraguaçu, na localidade de Pontalete, existe uma praia artificial criada pela prefeitura. Existem ranchos de lazer às margens do Rio Sapucaí, ao longo de sua extensão.

### **15.4 Qualidade das águas e fontes de poluição**

O diagnóstico da qualidade das águas e a identificação das fontes de poluição são ferramentas essenciais para a elaboração das diretrizes de enquadramento, pois definem a real situação dos corpos de água da bacia. A partir destes dados, é possível projetar metas e ações para melhoria da qualidade das águas de acordo com a classificação desejável de determinado corpo de 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.

#### **15.4.1 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.

- ✓ Esgoto Sanitário
- ✓ Efluentes da mineração
- ✓ Efluentes da indústria
- ✓ Agropecuária

### **15.5 Demanda hídrica superficial**

Para a avaliação da demanda hídrica atual da bacia do Sapucaí foram utilizados os dados de outorgas concedidas a nível estadual, disponíveis no sítio do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM até junho de 2009, e as outorgas de cunho federal disponíveis 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 43, considerando os principais usos consuntivos tais como: abastecimento urbano, abastecimento industrial, abastecimento rural, dessedentação animal, irrigação e outros. Observa-se na Tabela 56 que a maior demanda encontra-se no Médio Sapucaí, totalizando 1,98 m<sup>3</sup>/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 é maior e igual a 0,75 m<sup>3</sup>/s, enquanto a o Baixo é de 0,52 m<sup>3</sup>/s.

### **15.6 Identificação de conflitos potenciais**

Para uma adequada proposta de enquadramento, é necessário avaliar os conflitos gerados pelos diversos interesses e usos da água. Alguns conflitos potenciais podem ser identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí. 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 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.

Na região da bacia existem duas PCH's pertencentes à CEMIG com licença de operação (LO) em andamento. Uma é a PCH Luiz Dias, localizada em Itajubá e a outra é a PCH São Bernardo, localizada em Piranguçu. Além dessas existe a PCH Ninho de Águia, localizada em Delfim Moreira. A mesma encontra-se em fase de construção, com licença de instalação (LI) concedida e pertence à SPE Ninho da Águia Energia S/A. O conflito gerado por este tipo de empreendimento é relacionado ao uso do reservatório de água. Por vezes, este reservatório pode apresentar usos múltiplos, como pesca por exemplo. Em outras situações, dependendo do seu porte e da quantidade de energia a ser gerada a partir da PCH, o reservatório fica à disposição apenas da própria usina, perdendo assim a utilização para outros fins.

Nos programas de ação do Plano Diretor da Bacia do Rio Sapucaí é necessário prever espaços de debate dos diversos interesses, tanto conflitantes quanto convergentes, 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.

### 15.7 Sugestão para o Enquadramento da bacia do Rio Sapucaí

Tendo como subsídio as informações acima apresentadas sobre a Bacia do Rio Sapucaí, principalmente no que se refere aos usos preponderantes e qualidade das águas, são expostas sugestões de enquadramento dos corpos de água da bacia.

O estudo foi realizado por corpo de água, considerando quando necessário trechos dos mesmos, localizados nas regiões Baixo, Médio e Alto Sapucaí.

#### ✓ RIO SAPUCAÍ

#### **TRECHO 1 - Alto Sapucaí, município de Campos do Jordão ( 22,7600S / 45,6210W ) até o limite da APA Serra da Mantiqueira no ponto de monitoramento BG039 ( 22,5170S / 45,4030W ) – Classe 2**

Esse trecho do Rio Sapucaí tem sua nascente no município de Campos do Jordão, região internacionalmente conhecida como estância hidromineral. Possui grande extensão inserida na APA Serra da Mantiqueira. Segundo informações do Plano Diretor da Bacia da Serra da Mantiqueira, o município de Campos do Jordão não conta com estação de tratamento de esgoto sanitário, o que influencia na diminuição da qualidade da água.

Mesmo se tratando de um trecho onde existem nascente e APA, devido ao fato de não existir tratamento de esgotos a montante, se torna inviável o enquadramento na Classe 1. Se esse efluente recebesse o tratamento convencional, a qualidade da água dificilmente alcançaria os parâmetros necessários para essa classe. Outra dificuldade identificada é que os municípios geradores desse esgoto não tratado se localizam na região paulista da bacia.

No entanto, verificamos a necessidade de ações no sentido de preservar áreas de nascentes, frente ao avançado processo de urbanização e degradação. Essas ações são necessárias também por existir uma extensão considerável desse trecho inserido em uma unidade de conservação, a APA Serra da Mantiqueira. Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000, Área de Proteção Ambiental é uma área com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

A classe 2 atende aos seguintes usos: abastecimento humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação, aquicultura e pesca.

**TRECHO 2 - Alto Sapucaí, do ponto de monitoramento BG039 ( 22,5170S / 45,4030W ) até o Baixo Sapucaí ( 21,5000S / 45,6740W ) – Classe 2**

Os usos preponderantes deste trecho são: abastecimento público após tratamento convencional, mineração, irrigação e consumo industrial. Existe uma grande influência da área urbana, o que contribui para a diminuição da qualidade da água. Localizam-se neste trecho os municípios de Itajubá, que é o segundo mais populoso da bacia e Santa Rita do Sapucaí, reconhecido pela forte presença de indústrias do setor eletrônico.

Um ponto positivo para a manutenção dos parâmetros necessários a essa classe, é a existência de uma ETE no município de Pedralva (Alto Sapucaí) e outra no município de Paraguaçu (Baixo Sapucaí), localizados em afluentes desse trecho.

✓ **RIO SAPUCAÍ-MIRIM**

**TRECHO 1: Alto da bacia, da nascente ( 22,8560S / 45,8930W ) até o limite com o município de São Bento do Sapucaí, localizado na porção paulista da bacia ( 22,7220S / 45,7280W ) – Classe 2**

Este trecho está localizado na APA Fernão Dias e tem como uso preponderante o abastecimento público, o que seria compatível com a classe 1, por tratar-se de nascente e área de proteção ambiental. Porém, verificamos dificuldade no monitoramento da qualidade desta água.

Portanto, ressaltamos a importância da instalação de um ponto de monitoramento como plano de ação, pois de acordo com o resultado dos parâmetros analisados na segunda campanha de 2009 do IGAM, a qualidade da água monitorada pela estação BG044 está classificada como 2, o que pode configurar um dado não confiável, visto que está localizada a uma distância significativa do trecho aqui mencionado.

**TRECHO 2: do limite com o município de São Bento do Sapucaí ( 22,7220S / 45,7280W ) até a confluência com o Rio Sapucaí ( 22,2100S / 45,8760W ) – Classe 2**

Os usos preponderantes deste trecho são: consumo industrial, mineração, abastecimento público e irrigação. Desta forma, a classe 2 é a que melhor se enquadra, tendo em vista a atual qualidade das águas e os seguintes usos: abastecimento para consumo humano após

tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação, aquicultura e pesca.

Um ponto positivo para a manutenção dos parâmetros necessários a essa classe, é a existência de uma ETE no município de Gonçalves, localizado em um afluente desse trecho.

#### ✓ RIO LOURENÇO VELHO

##### **TRECHO 1 – da nascente ( 22,4200S / 45,0360W ) até o limite do município de Delfim Moreira com Itajubá ( 22,3760S / 45,2620W ) - Classe 2**

Esse trecho está inserido na APA Serra da Mantiqueira, justificando ações no sentido de preservação dessa área. Como o esgoto não tratado do município de Marmelópolis é lançado em um afluente desse trecho, contribuindo para a piora da qualidade da água, propomos a instalação de uma estação de monitoramento da qualidade da água no final do mesmo, obtendo assim dados mais específicos e precisos.

##### **TRECHO 2 – final do TRECHO 1 ( 22,3760S / 45,2620W ) até a confluência com o Rio Sapucaí ( 22,3730S / 45,5120W ) – Classe 2**

Seus usos preponderantes são mineração e lavagem de veículo. Há relatos de despejo de óleo de fritura na rede de esgoto do município de Maria da Fé, conforme verificado em trabalho de campo. Isto ocorre em um afluente deste trecho.

A classe 2 é a que melhor se enquadra, visto que a estação de tratamento BG041, localizada a jusante deste trecho, também apontou esta classe quanto à qualidade das águas. Desta forma, os usos podem ser: abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação, aquicultura e pesca.

#### ✓ RIO ITAIM

Todo o trecho deste corpo de água, localizado no Médio Sapucaí, enquadra-se na classe 2, visto que possui outorgas para consumo agroindustrial e abastecimento público. Possui uma estação de monitoramento da qualidade da água a jusante, confirmando esta classificação, de acordo com os resultados da segunda campanha de 2009 do IGAM.

#### ✓ RIBEIRÃO DO MANDU

Todo o trecho, localizado no Médio Sapucaí, está enquadrado na classe 2, visto a atual qualidade de sua água conforme segunda campanha de monitoramento do ano de 2009 do

IGAM, bem como seus usos, sendo: irrigação, aquicultura, abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e dessedentação de animais.

✓ **RIO DO CERVO, RIO TURVO E RIO DOURADO**

Toda a extensão destes corpos de água, localizados no Médio e Baixo Sapucaí, enquadra-se na classe 2, atendendo assim seus usos preponderantes, ou seja, irrigação, abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, consumo agroindustrial, consumo industrial, aspersão de vias e aquicultura. Esta classe ainda atende outros possíveis usos como: proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário e pesca.

### **15.8 Considerações Finais**

Ressaltamos que, para a realização de uma adequada proposta de enquadramento, são necessárias informações, estudos e subsídios técnicos que ainda não são disponíveis. Desta forma, segue algumas diretrizes para que seja elaborada a proposta de enquadramento:

- ✓ Melhor distribuição das estações de monitoramento da qualidade das águas em alguns corpos de água ou trechos dos mesmos, uma vez que existem corpos d'água na bacia que não são monitorados (Ex: rio Lourenço Velho);
- ✓ Regularização dos usos por meio da concessão de outorgas, sob rigoroso controle, buscando aperfeiçoar e facilitar o cadastramento de usuários, principalmente os de uso insignificante;
- ✓ Priorizar a realização de um cadastro de usuário, identificando com maior clareza os usos preponderantes. Este estudo é necessário porque a relação dos usos preponderantes da bacia, tendo em vista que o número de outorgas concedidas é bem menor do que os usos levantados na última Campanha de Regularização do Uso da Água.
- ✓ Estabelecer uma rede de vazão contemplando as sub-bacias, tanto a montante quanto na foz dos cursos de água para identificar as vazões recorrentes na bacia;
- ✓ Estudos para definição da vazão de referencia mais adequada a bacia do Rio Sapucaí;
- ✓ Ampliação e otimização da rede de monitoramento da quantidade e qualidade da água.

## **16. COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS**

A implantação dos instrumentos previstos na política de recursos hídricos representa enorme avanço para a modernização do setor. Mesmo assim, ainda permanecem muitas dúvidas, sobretudo no que diz respeito à cobrança pelo uso de recursos hídricos. Por isso, é necessário esclarecer alguns importantes conceitos norteadores dessa política para que sua compreensão aconteça sem maiores conflitos.

Fundamentais para embasar os critérios de cobrança, são os conceitos de outorga e enquadramento dos corpos hídricos que, juntamente com outras variáveis, embasam e justificam o cálculo da cobrança.

### **O que é Bacia Hidrográfica?**

A bacia hidrográfica de um rio ou curso d'água pode ser definida como o conjunto de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes e sub-afluentes. A idéia de bacia hidrográfica está associada à noção da existência de nascentes, divisores de águas e demais características dos cursos de água principais e os secundários, denominados afluentes e sub-afluentes.

### **O que é um Comitê de Bacia?**

Os comitês de bacia são órgãos colegiados, consultivos normativos e deliberativos, que constituem a base do Sistema Nacional de Recursos Hídricos e também do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais. São compostos por representantes do Estado, municípios, organizações civis e usuários de água.

Dentre as atribuições dos comitês, destacamos: promover o debate sobre questões relacionadas aos recursos hídricos; arbitrar conflitos relacionados aos recursos hídricos; aprovar o Plano Diretor de Recursos Hídricos na Bacia e acompanhar sua execução; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados.

### **Qualquer pessoa pode integrar um comitê?**

Segundo o artigo 36 da Lei Estadual 13.199 de 29 de Janeiro de 1999, os comitês de bacia hidrográfica são compostos por: I - representantes do poder público, de forma paritária entre o Estado e os municípios que integram a bacia hidrográfica; II - representantes de usuários e de entidades da sociedade civil ligadas aos recursos hídricos, com sede ou representação na bacia hidrográfica, de forma paritária com o poder público.



### **O que é uma Agência de Bacia?**

As agências de bacia hidrográfica, segundo a Deliberação Normativa CERH n.º 19, de 28 de junho de 2006, são entidades de personalidade jurídica própria, autonomia financeira e administrativa, que atuarão como unidades executivas descentralizadas de apoio a um ou mais comitês de bacia hidrográfica e responderão pelo seu suporte administrativo, técnico e financeiro. Parte da arrecadação feita por meio da cobrança, mais precisamente 7,5%, suportará as despesas de implantação, custeio para manutenção técnica e administrativa das agências, a médio e longo prazo.

### **O que é Outorga?**

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos seis instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecidos no inciso III, do art. 5º da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 e também da Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei Estadual 13.199 de 29 de janeiro de 1999. Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. É, portanto, o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso do recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato administrativo.

### **O que é enquadramento dos corpos d'água segundo usos preponderantes?**

Enquadramento é o estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um dado segmento do corpo d'água ao longo do tempo para garantir aos usuários a qualidade necessária ao atendimento de seus usos. É um instrumento fundamental da Política Estadual de Recursos Hídricos, instituído pela Lei nº 3.870, de 25 de setembro de 1997 e constitui muito mais do que uma simples classificação, pois se tornou instrumento fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos e para o planejamento ambiental.

Assim como o instrumento de outorga, o enquadramento dos corpos d'água também está diretamente relacionado com a cobrança pelo uso de recursos hídricos. É o enquadramento que classifica a qualidade dos corpos d'água segundo seus possíveis usos e determina se ela deve ser mantida ou alterada, de acordo com as atividades desenvolvidas ao seu redor ou mesmo segundo sua localização.

### **Qual a diferença entre consumidor e usuário de água?**

A cobrança pelo uso da água é instituída para aqueles que fazem uso direto da água bruta localizada nos corpos de água (rios, lagos, aquíferos) seja captando água, lançando efluentes, desviando ou barrando cursos de água, dentre outros usos. Todos nós somos consumidores de água porque recebemos em nossas casas a água tratada dos usuários de água que são as concessionárias, citando como exemplo em Minas Gerais a COPASA. Portanto, consumidor e usuário desempenham papéis diferenciados.

### **Qual a diferença entre usuário-pagador e poluidor-pagador?**

Os conceitos de usuário-pagador e do poluidor-pagador foram adotados, dentro dos critérios de cobrança, com o objetivo de combater o desperdício e a poluição das águas, levando quem desperdiça e polui a pagar mais.

Segundo o princípio do usuário-pagador, quem utiliza o recurso ambiental deve arcar com os custos, sem que essa cobrança resulte na imposição de taxas abusivas. Sendo assim, quem arca com esses custos são aqueles que deles se beneficiaram, e não o Poder Público. Já o princípio do poluidor-pagador pode ser entendido como sendo um instrumento econômico e também ambiental que exige do poluidor, assim que identificado, assumir os custos das medidas preventivas e/ou das medidas cabíveis para a eliminação ou amenização dos possíveis danos ambientais.

### **O que é usuário insignificante? Como ele é definido?**

A legislação vigente isenta usuários insignificantes, cujo consumo varia de acordo com a bacia hidrográfica e é definido por fóruns colegiados, com ampla participação dos diversos segmentos sociais que integram os comitês dessas bacias hidrográficas. Portanto, são os comitês que estabelecem o valor a ser cobrado em suas respectivas bacias, bem como o consumo insignificante que não será tarifado.

O uso insignificante é definido tomando como critério a vazão de captação; todos aqueles que captarem vazão maior do que a que vier a ser definida como insignificante, se sujeitará automaticamente à cobrança obrigatória no que se refere à captação, consumo e lançamento de DBO – Demanda Bioquímica de oxigênio.

### **Por que outra conta de água se já pagamos por ela?**

Na verdade, o valor da conta que pagamos, hoje, se refere à captação, tratamento e distribuição da água e não a água propriamente dita. Agora será cobrado o valor determinado pelos Comitês de cada bacia hidrográfica pelo uso da água em si. Portanto,

pagaremos por duas coisas distintas: às concessionárias pelo tratamento, captação e distribuição da água e, para os Comitês de Bacia, pelo uso da água em si.

### **Será cobrado imposto pelo uso de recursos hídricos?**

A Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos não é definida como taxa ou imposto, mas sim como um preço público. Para o IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, a cobrança pelo uso de recursos hídricos é uma compensação a ser paga pelos usuários de água visando garantir os padrões de quantidade, qualidade e regime estabelecidos para as águas da Bacia, sendo proporcional à interferência de seus usos no estado antecedente desses atributos.

A cobrança pelo uso de recursos hídricos não configura imposto ou taxa porque não se fundamenta num sistema de arrecadação e, segundo o artigo 4º do cap II do decreto 44.046/05, tem como objetivos: (i) reconhecer a água como um bem natural de valor ecológico, social e econômico cuja utilização deve ser orientada pelos princípios do desenvolvimento sustentável, bem como dar ao usuário uma indicação de seu real valor, (ii) incentivar a racionalização do uso da água e (iii) obter recursos financeiros para o financiamento de programas e intervenções incluídos nos planos de recursos hídricos.

### **Onde serão empregados os recursos arrecadados com a cobrança?**

O Artigo 13 do Decreto Estadual (MG) 44.945 de 13 de Novembro de 2008 prevê que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados na bacia hidrográfica que deu origem à arrecadação, mediante expressa aprovação do respectivo Comitê de bacia, garantida a conformidade da aplicação com os planos de recursos hídricos.

#### **16.1 Diretrizes para a cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Sapucaí**

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG), que tem como uma de suas sub-bacias a Bacia do Rio Sapucaí, está localizada no Sudeste do Brasil, na Região Hidrográfica do Paraná e, juntamente com as Regiões Hidrográficas Paraguai e Uruguai, compõe a Bacia do Prata. Sua área de drenagem tem cerca de 143.437,79 km<sup>2</sup>, dos quais 57.092,36 km<sup>2</sup> estão em território paulista e 86.345,43 km<sup>2</sup> em Minas Gerais.

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande está subdividida em 14 unidades de gestão, sendo 6 localizadas São Paulo, denominadas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs), e 8 em Minas Gerais, chamadas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) sob a sigla específica GD.

Nosso objeto de estudo, a Bacia do Rio Sapucaí (GD5), se localiza na vertente mineira da bacia, conforme pode ser observado na Figura 14.



**Figura 14 – Bacia do Rio Grande. Em vermelho, destaque para a Bacia do Rio Sapucaí.**

*Fonte: Extraído de “II Oficina de integração dos comitês da Bacia do Rio Grande”. Rib. Preto, 2008.*

A Bacia do Rio Sapucaí é constituída por 51 municípios, sendo 48 na parte mineira e 3 no trecho paulista. Com relação à distribuição da população na área da Bacia, o município mais populoso é Pouso Alegre, com 119.649 habitantes, seguido por Itajubá, com 86.210 habitantes. Contudo, predominam na bacia municípios de pequeno porte, sendo que 83% possuem até 20.000 habitantes.

O grau de urbanização do conjunto de municípios mineiros da Bacia do Sapucaí – 75%, é inferior ao índice apresentado pela macrorregião Sul/Sudoeste (80,7%) e pelo estado (76,82%). No entanto, projeções realizadas pelo IBGE indicam um incremento de aproximadamente 65.055 habitantes até 2020. Considerando que tanto o sul mineiro possui alta densidade demográfica como o território da bacia hidrográfica em questão, o crescimento da população, previsto para um cenário de 20 anos, certamente contribuirá para o adensamento populacional cada vez maior nas cidades da região.

Com relação ao uso e ocupação do solo, a maior parte das terras são ocupadas por culturas – sobretudo café, banana e milho, e pastagem. Há ainda muitas áreas preservadas, porém, de pequena extensão. No alto trecho da bacia, o turismo é atividade bastante desenvolvida devido à beleza cênica da paisagem. Apesar de bastante urbanizada, a vocação agrícola é forte na Bacia e remonta ao período da colonização brasileira, com destaque para os

cafezais centenários. Todavia, indústrias de ponta também ganham destaque, como é o caso do Vale da Eletrônica, em Santa Rita do Sapucaí.

Apesar da grande concentração populacional nos centros urbanos, 2/3 dessa população não tem acesso ao tratamento de esgoto, contribuindo sobremaneira para a deterioração das águas do Rio Sapucaí. Alguns município, no entanto, já desenvolvem projetos de implantação de estações e alguns estão em andamento.

Visando, portanto, exercer a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos em sua área de atuação, foi instituído o Decreto nº 39.911, de 20 de junho de 1994, o Comitê da Bacia do Rio Sapucaí – CBH-Sapucaí. Esse decreto promoveu, no âmbito da gestão de recursos hídricos, a viabilização técnica e econômico-financeira de programas de investimento e consolidação de políticas de estruturação urbana e regional, visando ao desenvolvimento sustentado na Bacia e no Estado de Minas Gerais.

O CBH-Sapucaí tem o dever de trabalhar, conjuntamente com o IGAM e a ANA, órgãos estaduais e federais, para a implementação de medidas de preservação e controle não apenas dos corpos d'água, mas também de toda a vida presente e ligada aos recursos hídricos em questão.

#### **16.1.1 Simulação de cobrança para a Bacia do Sapucaí**

A elaboração da metodologia de cobrança pelo uso da água tem início com a análise dos dados das etapas anteriores do plano como, por exemplo, o diagnóstico físico-biótico e sócio-econômico da bacia, outorgas de direito de uso da água, enquadramento dos corpos d'água em classes segundo usos preponderantes, dentre outros. O cálculo para a cobrança considera as principais características da bacia e está diretamente ligado ao tipo de atividade nela desenvolvida.

Visando mensurar o possível impacto causado pela cobrança pelo uso da água na Bacia do Sapucaí, a Gerencia de Cobrança Pelo Uso da Água do IGAM elaborou uma simulação de cobrança para as bacias hidrográficas mineiras utilizando a metodologia CEIVAP. A Tabela 64 foi extraída do resultado dessa simulação.

**Tabela 64 – Simulação de Arrecadação**

<b>SÃO FRANCISCO</b>				
<b>UPGRH</b>	<b>SANEAMENTO</b>	<b>IRRIGAÇÃO</b>	<b>INDÚSTRIA</b>	<b>TOTAL</b>
SF1	640.374	135.561	319.192	1.095.128
SF2	2.401.837	29.921	2.059.816	4.491.573
SF3	12.696.742	85.077	774.902	13.556.721
SF4	488.783	40.756	109.025	638.564
SF5	7.906.610	85.181	2.921.494	10.913.285
SF6	890.722	186.121	318.825	1.395.668
SF7	494.439	707.691	617.873	1.820.004
SF8	54.045	109.286	77.947	241.277
SF9	201.268	13.844	41.222	256.335
SF10	1.569.340	52.257	238.621	1.860.218
<b>TOTAL</b>	<b>27.344.160</b>	<b>1.445.696</b>	<b>7.478.916</b>	<b>36.268.773</b>
<b>GRANDE</b>				
<b>UPGRH</b>	<b>SANEAMENTO</b>	<b>IRRIGAÇÃO</b>	<b>INDÚSTRIA</b>	<b>TOTAL</b>
GD1	171.321	9.478	13.108	193.907
GD2	671.525	10.060	196.009	877.593
GD3	1.364.270	21.701	121.706	1.507.678
GD4	1.483.330	7.013	116.939	1.607.283
<b>GD5</b>	<b>727.753</b>	<b>5.908</b>	<b>102.681</b>	<b>836.342</b>
GD6	808.200	3.628	151.560	963.387
GD7	934.286	7.307	123.245	1.064.839
GD8	1.380.440	58.133	417.750	1.856.323
<b>TOTAL</b>	<b>7.541.127</b>	<b>123.228</b>	<b>1.242.998</b>	<b>8.907.352</b>

*Fonte: IGAM. Depto de cobrança*

Analisando a Tabela 64, é possível verificar que os valores arrecadados em cada bacia são baixos se comparado aos custos de manutenção de futuras agências e também para a implementação de medidas mitigadoras de impactos ambientais.

Para o Rio Sapucaí, segundo a simulação, seriam arrecadados, anualmente, apenas R\$ 836.342,00 segundo menor resultado entre as sub-bacias do Rio Grande. O que num primeiro momento pode parecer bastante dinheiro, depois de enumerados os gastos e investimentos necessários para a bacia, esse recurso se torna bastante limitado. Se compararmos, por exemplo, os valores totais arrecadados pelas bacias do Grande e São Francisco, veremos que depois de listados todos os problemas e necessidades de investimento, ainda seriam, necessários maiores recursos.

Essa discussão se complexifica ao lembrarmos que tanto a Bacia do Grande quanto a do Sapucaí são federais, o que sugere a necessidade da criação de uma agência de Bacia para unificar e centralizar os recursos. A visão total da bacia hidrográfica revela que a gestão ainda ocorre de forma compartimentada, sem interlocução ou objetivos comuns entre comitês.

A proposta de formação de um Comitê de Integração da bacia Hidrográfica do Rio Grande faz referência à criação de um comitê de bacia hidrográfica de um rio de domínio da União e

se trata de um ampla junção dos comitês das sub-bacias do Rio Grande, voltadas para três objetivos em comum:

- ✓ A construção de um colegiado articulador e integrador, otimizando recursos disponíveis e respeitando as peculiaridades dos comitês de origem;
- ✓ Elaboração de um plano integrado para a bacia como um todo, com metas e compromissos para todos os integrantes do comitê;
- ✓ Integração e harmonização dos instrumentos de gestão.

Algumas das etapas necessárias para a criação de um Comitê de Integração já foram cumpridas pela bacia do Rio Grande, o que demonstra o andamento do processo, apesar de restarem muitas etapas pela frente. São elas:

- ✓ Instituir todos os comitês de rios afluentes;
- ✓ Eleger Grupo de Coordenação para promover a criação do comitê de integração;
- ✓ Subscrição dos Secretários de Estado responsáveis pelo gerenciamento de recursos hídricos;
- ✓ Elaboração da justificativa da necessidade e oportunidade de criação do Comitê;
- ✓ Elaboração do diagnóstico de situação dos recursos hídricos da bacia<sup>9</sup>.

Sendo assim, para estabelecer diretrizes para a cobrança pelo uso da água na Bacia do Sapucaí, é preciso, antes de tudo, que outros importantes instrumentos de gestão já tenham sido implementados de forma eficiente, porque são importantes norteadores da cobrança, que depende de todos esses – criação do comitê de bacia, plano diretor, outorga, enquadramento, para ter seu processo iniciado.

Por fim, observando a experiência de outros países e nas bacias hidrográficas brasileira que já adotam a cobrança como instrumento de gestão dos recursos hídricos, é possível perceber que, mais do que instrumento para gerar receita, a cobrança é indutora de mudanças para economia da água, a redução de perdas e para a gestão com justiça ambiental. Isso porque é cobrado de quem usa e polui.

---

<sup>9</sup> Extraído de: GRANDE, o rio que nos une. Cartilha do Comitê de Integração do Rio Grande: Uma nova etapa na gestão das águas. Cartilha elaborada pelo CBH Rio Grande.( sem data).

## 17. PLANOS DE AÇÃO

Na elaboração do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, foram identificadas deficiências ligadas aos recursos hídricos na Bacia do Rio Sapucaí, tanto na área de planejamento quanto no gerenciamento dos recursos hídricos da bacia. Estas deficiências também foram levantadas segundo informações concedidas pelos membros do CBH Sapucaí e de representantes da sociedade da bacia que participaram das reuniões públicas realizadas no mês de fevereiro de 2010.

Com base nesse levantamento serão traçados, neste documento, planos de ações que, se incorporados a bacia do Rio Sapucaí, poderão contribuir na redução e/ou solução dos problemas encontrados na bacia. Esses planos de ação tem também o intuito de reforçar ações positivas já existentes na bacia. O comitê da bacia do Sapucaí deve exercer o papel de induzir que tais ações sejam realizadas com o auxílio principalmente, dos usuários de água e órgãos públicos.

As ações propostas neste trabalho serão apresentadas de forma geral, devendo posteriormente terem suas atividades detalhadas na forma de projetos, para promover a compatibilização entre disponibilidade e demanda e para viabilizar a implementação das diversas atividades na Bacia do Rio Sapucaí – GD5.

### 17.1 Metodologia de elaboração dos Planos de Ação

Com base no diagnóstico da bacia do rio Sapucaí e nas deficiências identificadas, buscou-se definir temas tendo como foco a recuperação ambiental da bacia.

Foram definidos 7 temas:

- ✓ Tema 1 – Gestão dos Recursos Hídricos;
- ✓ Tema 2 – Saneamento Ambiental;
- ✓ Tema 3 – Recuperação Ambiental;
- ✓ Tema 4 – Ações para Agropecuária e Irrigação;
- ✓ Tema 5 – Ações para o Setor Industrial;
- ✓ Tema 6 – Ações para o Setor de Turismo, Lazer e Cultura;



- ✓ Tema 7 – Ações Educativas.

A divisão em temas buscou facilitar as elaboração das atividades a serem implementadas na bacia. Os temas identificados anteriormente, podem ser agrupados em dois temas principais:

- ✓ Gestão dos Recursos Hídricos – Ações Preventivas: ações que buscam dar início ou continuidade ao desenvolvimento, instituição e implantação do Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos de forma integrada na bacia;
- ✓ Intervenção nos Recursos Hídricos – Ações corretivas: ações que buscam atingir metas progressivas de melhoria da qualidade e quantidade ofertada das águas, associadas a programas de investimento com obras e serviços em recursos hídricos, meio ambiente e saneamento básico;

Há contudo uma grande dificuldade para implantar as ações propostas neste plano: a carência de recursos financeiros, principalmente os advindos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais, uma vez que não existe ainda a cobrança pelo uso da água na bacia e a expectativa é que o seu potencial de arrecadação não será suficiente para executar todas as ações propostas.

## **17.2 Temas e ações propostas**

Para cada tema proposto no item anterior serão enumeradas, abaixo, as ações que os compõem. Estas ações deverão ser implementadas gradualmente e de forma integrada com os objetivos dos outros Planos Diretores da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

### **Tema 1 – Gestão dos Recursos Hídricos**

- ✓ Fortalecimento do CBH Sapucaí, com ampliação da participação de representantes do poder público do alto, médio e baixo Sapucaí;
- ✓ Maior integração do CBH com os órgãos do SISEMA;
- ✓ Estudo de viabilidade para implantação de um instrumento de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos;
- ✓ Regularização dos usos por meio da concessão de outorgas, sob rigoroso controle, buscando aperfeiçoar e facilitar o cadastramento de usuários, principalmente os de uso insignificante;

- ✓ Estudos de viabilidade da criação da Agência da bacia do Rio Sapucaí e/ou integração com a futura Agência da bacia do Rio Grande;
- ✓ Implementação de ações de manejo hídrico com vistas a minimizar processos de inundação e maximizar os de perenidade hídrica;
- ✓ Programa de identificação e preservação das regiões da bacia hidrográfica GD5 produtoras de água;
- ✓ Elaboração da proposta e implantação do enquadramento dos cursos d'água da bacia do Rio Sapucaí;
- ✓ Elaboração e execução de projeto de manejo da Bacia dos Rios Santo Antonio (Delfim Moreira) e Bicas (Wenceslau Braz) visando a redução do escoamento superficial e recarga do lençol subterrâneo, servindo ainda como modelo para aplicação em toda a bacia e como medida complementar ao projeto da barragem de contenção de cheia;
- ✓ Programa de redução de perdas no Sistema de Abastecimento de Água;
- ✓ Buscar a redução dos custos e simplificação dos processos de outorga e licenciamento;
- ✓ Programa de divulgação, sensibilização e articulação com os atores estratégicos da bacia;
- ✓ Estudos para definição da vazão de referencia mais adequada a bacia do Rio Sapucaí;
- ✓ Estímulo à elaboração de projetos pelas universidades pertencentes a bacia para serem contemplados pelo Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – FHIDRO;
- ✓ Atualização constantes dos estudos da macrodrenagem da bacia do Rio Sapucaí;
- ✓ Ampliação e monitoramento do sistema de alerta de enchentes;
- ✓ Ampliação e otimização da rede de monitoramento da quantidade e qualidade da água;
- ✓ Monitoramento dos efluentes e resíduos sólidos produzidos pelas indústrias da bacia;
- ✓ Estudo e análise de contaminação dos rios da bacia por metais pesados provenientes dos efluentes industriais e agrotóxicos pela agricultura;

- ✓ Aproveitamento dos Planos Diretores Municipais existentes;

## **Tema 2 – Saneamento Ambiental**

- ✓ Universalização do abastecimento de água na bacia;
- ✓ Solução de conflitos de uso da água;
- ✓ Ampliação da rede coletora de esgoto na bacia;
- ✓ Implantação de Estações de Tratamento que atendam à demanda de todo o esgoto coletado;
- ✓ Levantamento de todas as fontes de captação de água para abastecimento com o objetivo de verificar se há problemas de contaminação do manancial ou diminuição do volume de água, ou necessidade de ampliação, etc;
- ✓ Maior eficiência do serviço de coleta de resíduos sólidos;
- ✓ Implantação da coleta seletiva nos municípios da bacia e de unidades de reciclagem;
- ✓ Construção de aterros sanitários com capacidade para receber os resíduos sólidos por tempo hábil, a ser previamente determinado;
- ✓ Adoção de consórcios intermunicipais para a coleta e disposição final conjunta dos resíduos sólidos;
- ✓ Instalação de fossas sépticas de baixo custo em unidades isoladas e sistemas de esgotamento sanitário em núcleos populacionais rurais, em substituição as fossas negras;
- ✓ Ampliação dos Postos de reciclagem de embalagens de agrotóxico;
- ✓ Estudo da capacidade de autodepuração dos mananciais;
- ✓ Incentivo a projetos sustentáveis e tecnologias limpas para o tratamentos dos esgotos em zonas rurais;

## **Tema 3 – Recuperação Ambiental**

- ✓ Controle da erosão de encostas e desassoreamento da calha de rios;

- ✓ Recuperação de vegetação de mata ciliar, de topos de morro, surgenciais (APP<sup>10</sup>) e demais áreas degradadas
- ✓ Aplicação de técnicas de manejo agrícola adequadas ao solo e à topografia do relevo;
- ✓ Programa de Manejo das estradas, para promover a manutenção de estradas asfaltadas e vicinais, considerando as melhorias necessárias do sistema de drenagem;
- ✓ Projeto de levantamento sobre a criação comercial de peixes, principalmente das espécies não oriundas da bacia (denominadas espécies invasoras);
- ✓ Seleção de cultivos adequados ao clima e ao relevo da região, com garantia de produtividade;
- ✓ Elaboração de projeto de manejo da extração de madeira;
- ✓ Estudos para indicação de criação de Unidades de Conservação (UC's) nas áreas de Bocaina de Minas, Várzeas do Rio Sapucaí e Serra da Pedra Branca;
- ✓ Execução do Plano de Manejo da região de Monte Verde/APA Fernão Dias;
- ✓ Realização de inventários para ampliação do conhecimento da flora da região e de seu estado de conservação.
- ✓ Criação de mecanismos legais para inibir a ocupação das planícies de inundação dos cursos d'água e restringir a impermeabilização do solo nas áreas propensas a alagamento;

#### **Tema 4 – Ações para Agropecuária e Irrigação**

- ✓ Programa de Manejo do uso da terra;
- ✓ Incentivo a reciclagem de dejetos da bovinocultura e suinocultura na agricultura;
- ✓ Programa de incentivo a produção agroecológica;

---

<sup>10</sup> De acordo com a Resolução CONAMA 303/2002, Constitui Área de Preservação Permanente – APP a área situada em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal; ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte; ao redor de lagos e lagoas naturais; em vereda e em faixa marginal; no topo de morros e montanhas; nas linhas de cumeada; em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive; nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas; nas restingas; em manguezal, em toda a sua extensão; em duna; nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias; nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção; nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

- ✓ Implantação de um programa de Redução do uso de agrotóxicos na agricultura;
- ✓ Controle da comercialização e dos usos de agrotóxicos;
- ✓ Programa para desenvolvimento de tecnologia para reuso de esgoto tratado com fertilizante;
- ✓ Programa de incentivo ao uso da água controlado na irrigação;
- ✓ Programa de incentivo para a existência de um acompanhamento técnico dos projetos de irrigação, com emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART;
- ✓ Criação de Unidades Demonstrativas da cultura sustentável e de geração de energia;

#### **Tema 5 – Ações para o Setor Industrial**

- ✓ Implementação de estudos específicos para a reutilização da água pelas indústrias;
- ✓ Controle dos efluentes e estudos para destinação adequada;
- ✓ Implantação de Sistemas de Gestão Ambiental nas Indústrias, baseado na ISO 14.001;
- ✓ Levantamento do potencial energético dos cursos d'água da bacia e seu aproveitamento SM comprometer a fauna e a flora da região;

#### **Tema 6 – Ações para o Setor de Turismo, Lazer e Cultura**

- ✓ Implementação de programa de fomento ao Turismo Sustentável, Lazer e Cultura;
- ✓ Incentivo a realização de cursos profissionalizantes em turismo rural, ecoturismo, hotelaria e áreas afins, para capacitação da mão de obra local em consonância com a vocação turística da região.

#### **Tema 7 – Ações Educativas**

- ✓ Promoção de campanhas publicitárias, veiculadas em mídia impressa, rádio, TV e outros, que abordem temas de educação ambiental como, por exemplo, o incentivo a coleta seletiva do lixo; consumo consciente; preservação de rios e nascentes; diminuição do uso de plástico;
- ✓ Programa de Treinamento, com palestras e cursos dirigidos aos agricultores locais, que abordem temas como a utilização segura de agrotóxicos e descarte de

vasilhames; técnicas de cultivo apropriadas ao relevo local; irrigação adequada; definição de áreas de proteção permanente e averbação de reserva legal;

- ✓ Divulgação das ações ambientais realizadas pelos municípios da GD5;
- ✓ Elaboração de programas de educação ambiental para as escolas do ensino fundamental e médio, em parceria com as Superintendências Estaduais de Ensino;
- ✓ Participação/ajuda na promoção de eventos relativos às datas comemorativas ambientais (dia mundial do Meio Ambiente, dia da água, dia da árvore, destinação de resíduos etc.) junto com órgãos municipais de Meio Ambiente;
- ✓ Programa de incentivo à criação de cursos para formação de pessoal especializado e de capacitação de professores;
- ✓ Reuniões de discussão: simpósios, fóruns, eventos para discutir a Gestão de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Sapucaí.

### 17.3 Custos de Implantação do Plano de Ação

Os investimentos estimados para as ações deste Plano Diretor de Recursos Hídricos são apresentados resumidamente na Tabela 65. Os valores apresentados foram baseados em outros Planos Diretores de Recursos Hídricos, Editais de Licitação e Planilhas de Custos de Obras Cíveis.

**Tabela 65 – Recursos necessários para execução das Metas de Gestão**

Tema	Ação	Investimento (R\$)	% Total Investimento	Total Programa (R\$)	% Programa
<b>Gestão dos Recursos Hídricos</b>	Fortalecimento do CBH Sapucaí	350.000,00	0,9%	5.150.000,00	13,6%
	Cadastramento dos usuários da água	550.000,00	1,5%		
	Estudo de viabilidade para implantação de um instrumento de cobrança pelo uso da água	200.000,00	0,5%		
	Implantação da Agência de Bacia do Rio Grande	800.000,00	2,1%		
	Ampliação e monitoramento do sistema de alerta de enchentes	600.000,00	1,6%		

Tema	Ação	Investimento (R\$)	% Total Investimento	Total Programa (R\$)	% Programa
<b>Gestão dos Recursos Hídricos</b>	Ampliação da rede de monitoramento da qualidade da água	600.000,00	1,6%	5.150.000,00	13,6%
	Implementação de ações de manejo hídrico	800.000,00	2,1%		
	Programa de identificação e preservação das regiões da bacia hidrográfica GD5 produtoras de água	700.000,00	1,9%		
	Programa de Divulgação, sensibilização e articulação com os atores estratégicos da bacia	200.000,00	0,5%		
	Regularização dos usos por meio da concessão de outorgas	350.000,00	0,9%		
<b>Saneamento Ambiental</b>	Universalização do abastecimento de água na bacia	2.000.000,00	5,3%	21.150.000,00	56,0%
	Ampliação da rede coletora de esgoto na bacia	3.000.000,00	7,9%		
	Implantação de Estações de Tratamento de esgoto	10.000.000,00	26,5%		
	Melhorar a eficiência do serviço de coleta de resíduos sólidos	2.000.000,00	5,3%		
	Construção de aterros sanitários	3.000.000,00	7,9%		
	Implantação da coleta seletiva	400.000,00	1,1%		
	Instalação de fossas sépticas de baixo custo em unidades isoladas e sistemas de esgotamento sanitário em núcleos populacionais rurais	400.000,00	1,1%		
	Ampliação dos Postos de reciclagem de embalagens de agrotóxico	150.000,00	0,4%		

Tema	Ação	Investimento (R\$)	% Total Investimento	Total Programa (R\$)	% Programa
<b>Saneamento Ambiental</b>	Levantamento de todas as fontes de captação de água para abastecimento	200.000,00	0,5%	21.150.000,00	56,0%
<b>Recuperação Ambiental</b>	Controle da erosão	2.000.000,00	5,3%	5.450.000,00	14,43%
	Recuperação de vegetação de mata ciliar	2.000.000,00	5,3%		
	Aplicação de técnicas de manejo agrícola	200.000,00	0,5%		
	Escolha de cultivos adequados	200.000,00	0,5%		
	Estudos para indicação de criação de Unidades de Conservação	400.000,00	1,1%		
	Elaboração de projeto de manejo da extração de madeira	350.000,00	0,9%		
	Programa de Manejo das estradas	300.000,00	0,8%		
<b>Ações para Agropecuária e Irrigação</b>	Incentivo a reciclagem de dejetos da bovinocultura e suinocultura na agricultura	500.000,00	1,3%	1.650.000,00	4%
	Programa de Manejo do uso da terra	800.000,00	2,1%		
	Programa de incentivo a produção agroecológica	150.000,00	0,4%		
	Programa de Redução do uso de agrotóxicos na agricultura	200.000,00	0,5%		
<b>Ações para o Setor Industrial</b>	Implementação de estudos específicos para o reuso da água para a indústria	450.000,00	1,2%	2.200.000,00	6%
	Controle dos efluentes e estudos para destinação adequada	750.000,00	2,0%		
	Implantação de Sistemas de Gestão Ambiental nas Indústrias	1.000.000,00	2,6%		



Tema	Ação	Investimento (R\$)	% Total Investimento	Total Programa (R\$)	% Programa
<b>Ações para o Setor de Turismo, Lazer e Cultura</b>	Implementação de um programa de fomento ao turismo	200.000,00	0,5%	800.000,00	2%
	Implantação de um programa de empreendimentos turísticos sustentáveis	450.000,00	1,2%		
	Criação de cursos profissionalizantes em turismo rural, ecoturismo, hotelaria e áreas afins	150.000,00	0,4%		
<b>Ações Educativas</b>	Promoção de campanhas publicitárias	150.000,00	0,4%	1.380.000,00	4%
	Divulgação das ações ambientais realizadas pelos municípios da GD5	150.000,00	0,4%		
	Elaboração de programas de educação ambiental para as escolas do ensino fundamental e médio	350.000,00	0,9%		
	Programa de incentivo a criação de cursos para formação de pessoal especializado e de capacitação de professores	450.000,00	1,2%		
	Reuniões de discussão: simpósios, fóruns, eventos para discutir a Gestão de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Sapucaí	200.000,00	0,5%		
	Palestras e cursos dirigidos aos agricultores locais	80.000,00	0,2%		
<b>TOTAL</b>		<b>37.780.000,00</b>	<b>100%</b>	<b>37.780.000,00</b>	<b>100%</b>

A seguir, apresentamos o Cronograma Físico de implementação das principais ações propostas neste Plano (Tabela 66).

Tabela 66 – Cronograma Físico de implantação das principais ações propostas neste Plano de Ações

Tema	Ação	Jun/2010	Jun/2011	Jun/2012	Jun/2013	Jun/2014	Jun/2015	Jun/2016	Jun/2017	Jun/2018	Jun/2019	Jun/2020
<b>Gestão dos Recursos Hídricos</b>	Fortalecimento do CBH Sapucaí											
	Cadastramento dos usuários da água											
	Estudo de viabilidade para implantação de um instrumento de cobrança pelo uso da água											
	Implantação da Agência de Bacia do Rio Grande											
	Ampliação e monitoramento do sistema de alerta de enchentes											
	Ampliação da rede de monitoramento da qualidade da água											
	Implementação de ações de manejo hídrico											
	Programa de identificação e preservação das regiões da bacia hidrográfica GD5 produtoras de água											

Tema	Ação	Jun/2010	Jun/2011	Jun/2012	Jun/2013	Jun/2014	Jun/2015	Jun/2016	Jun/2017	Jun/2018	Jun/2019	Jun/2020
<b>Gestão dos Recursos Hídricos</b>	Programa de Divulgação, sensibilização e articulação com os atores estratégicos da bacia											
	Regularização dos usos por meio da concessão de outorgas											
<b>Saneamento Ambiental</b>	Universalização do abastecimento de água na bacia											
	Ampliação da rede coletora de esgoto na bacia											
	Implantação de Estações de Tratamento de esgoto											
	Melhorar a eficiência do serviço de coleta de resíduos sólidos											
	Construção de aterros sanitários											
	Implantação da coleta seletiva											

Tema	Ação	Jun/2010	Jun/2011	Jun/2012	Jun/2013	Jun/2014	Jun/2015	Jun/2016	Jun/2017	Jun/2018	Jun/2019	Jun/2020
<b>Saneamento Ambiental</b>	Instalação de fossas sépticas de baixo custo em unidades isoladas e sistemas de esgotamento sanitário em núcleos populacionais rurais											
	Ampliação dos Postos de reciclagem de embalagens de agrotóxico											
	Levantamento de todas as fontes de captação de água para abastecimento											
<b>Recuperação Ambiental</b>	Controle da erosão											
	Recuperação de vegetação de mata ciliar											
	Aplicação de técnicas de manejo agrícola											
	Escolha de cultivos adequados											

Tema	Ação	Jun/2010	Jun/2011	Jun/2012	Jun/2013	Jun/2014	Jun/2015	Jun/2016	Jun/2017	Jun/2018	Jun/2019	Jun/2020
<b>Recuperação Ambiental</b>	Estudos para indicação de criação de Unidades de Conservação											
	Elaboração de projeto de manejo da extração de madeira											
	Programa de Manejo das estradas											
<b>Ações para Agropecuária e Irrigação</b>	Incentivo a reciclagem de dejetos da bovinocultura e suinocultura na agricultura											
	Programa de Manejo do uso da terra											
	Programa de incentivo a produção agroecológica											
	Programa de Redução do uso de agrotóxicos na agricultura											

Tema	Ação	Jun/2010	Jun/2011	Jun/2012	Jun/2013	Jun/2014	Jun/2015	Jun/2016	Jun/2017	Jun/2018	Jun/2019	Jun/2020
<b>Ações para o Setor Industrial</b>	Implementação de estudos específicos para o reuso da água para a indústria											
	Controle dos efluentes e estudos para destinação adequada											
	Implantação de Sistemas de Gestão Ambiental nas Indústrias											
<b>Ações para o Setor de Turismo, Lazer e Cultura</b>	Implementação de um programa de fomento ao turismo											
	Implantação de um programa de empreendimentos turísticos sustentáveis											
	Criação de cursos profissionalizantes em turismo rural, ecoturismo, hotelaria e áreas afins											

Tema	Ação	Jun/2010	Jun/2011	Jun/2012	Jun/2013	Jun/2014	Jun/2015	Jun/2016	Jun/2017	Jun/2018	Jun/2019	Jun/2020
<b>Ações Educativas</b>	Promoção de campanhas publicitárias											
	Divulgação das ações ambientais realizadas pelos municípios da GD5											
	Elaboração de programas de educação ambiental para as escolas do ensino fundamental e médio											
	Programa de incentivo a criação de cursos para formação de pessoal especializado e de capacitação de professores											
	Reuniões de discussão: simpósios, fóruns, eventos para discutir a Gestão de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Sapucaí											
	Palestras e cursos dirigidos aos agricultores locais											

## 18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. *Climatologia de Estação Chuvosa de Minas Gerais: De Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul*. Revista Geonomos, nº1, volume VI. Belo Horizonte, MG. 1998

Atlas de saneamento. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/index.html](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 <[www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/.../ABEP2008\\_1271.pdf](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.

BARBOSA, L.P.C. Análise de Conflitos Decorrentes do Uso dos Recursos Hídricos na Bacia do Alto Sapucaí - M.G. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI. MG. 2005. 77p.

BERALDO, Ana Maria et. al. Sapucaí, o Caminho das Águas. Pouso Alegre, 1996

BRAGA, Benedito et al. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

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.





CNRH - Resolução nº 91, de 05/11/08

CONAMA – Resolução nº 357, de 17/03/2005

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resoluções CONAMA 1986-991. Brasília: IBAMA, 1992.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. Estabelece os procedimentos, prazos e formas para promover a articulação entre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e os Comitês de Bacia Hidrográfica, visando definir as prioridades de aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso da água, referidos no inciso II do § 1º do art. 17 da Lei no 9.648, de 27 de maio de 1998, com a redação dada pelo art. 28 da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/delibera/resolucoes/R70--.pdf>. Acesso em 22 dez. 2009.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS –CNRH. Resolução nº 98, de 26 de março de 2009. Estipula princípios, fundamentos e diretrizes para a educação, o desenvolvimento de capacidades, a mobilização social e a informação para Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Sistema Nacional de recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/delibera/resolucoes/main.htm>. Data de acesso: 22 dez. 2009.

COPAM/CNRH – Deliberação Normativa Conjunta nº 1 de 05/05/2008

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.

Editais de Licitação. Disponíveis no site <http://www.sicaf.com.br>. Acessado em 20/04/2010.

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](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](http://www.fiemg.org.br)> . Acesso em 02 Jul. 2009

FIGUEIREDO et all. Proposta de um Plano de Recuperação da Mata Ciliar do Rio Sapucaí. Enciclopédia Biosfera. Nº.02, ISSN 1809-0583, 2006.

FUNÇÃO 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.

GOVERNO DE MINAS GERAIS – PLANO Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde – GD-4. Relatório Final.

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Série manuais técnicos em Geociências. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992.

IBGE: *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](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 2000, 2002, 2004 e 2006*. IGAM, Belo Horizonte.

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.

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 BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 mai. 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](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.

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.

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.

LISBOA MARTINS, M.V.; MALDONADO ASTORGA, O.A.; SILVEIRA, J.L. Otimização do uso da água utilizando a tecnologia do Pinch Hidráulico. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Saneamento Ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade? Rio de Janeiro, ABES, 2005. P. 1-4.

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](https://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2006/d06a071.pdf)>. Acesso em 02 Jul. 2009.

MINAS GERAIS. Decreto nº 44.046 de 13 de junho de 2005. Regulamenta e cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Decreto-44046-05-MG.pdf>. Data de acesso: 21 dez. 2009.

MINAS GERAIS. Decreto nº 44.495 de 13 de novembro de 2008. Altera o Decreto nº 44.046, de 13 de junho de 2005, que regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado, e o Decreto nº 41.578, de 08 de março de 2001, que regulamenta a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8970>. Data de acesso: 21 dez. 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](http://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.

MONI, A. P.; AUGUSTO BARBOSA, S. A. Validação da função mancha de inundação do SPRING. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5499-5505.

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](http://www.ana.gov.br)>.

Outorgas emitidas pela ANA < disponível em [www.ana.gov.br](http://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°. 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.

PHILIPPI JR., A. Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Coleção Ambiental. Editora Manole. Barueri, SP. 2005.

PINHEIRO, M.V. Avaliação Técnica e Histórica das Enchentes em Itajubá – MG. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI. MG. 2005.

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: Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu. 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, Marilene de Oliveira Ramos Múrias dos. O impacto da Caobrança pelo Uso da água no Comportamento do Usuário. Universidade Federal do Rio de Janeiro. COPPE. 2002. Tese.

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](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.

SILVA, A.P.M. Elaboração de Manchas de Inundação para o município de Itajubá, utilizando SIG. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI. MG. 2006.

SILVA, A.P.M; BARBOSA, A.A. Validação da função mancha de inundação SPRING. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5499-5505.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO. Disponível em [www.datasus.gov.br](http://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.

SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza) - Lei nº 9985, de 18/07/00

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](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/minassemlixoes/situacao_dez-2008%5B1%5D.pdf). Acesso em Acesso em 03 Nov. 2009.

TSUTYA, M.T. Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 3 Edição. 2006. 643p.

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.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Vol 1, 3 ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA; Universidade Federal de Minas Gerais. – UFMG. Belo Horizonte. 2005.

WETZEL, R. G. Reservoir ecosystems: conclusions ans speculations. In: THORTHON, K. W.;

KIMMEL, B. L; PAYNE (Ed). Reservoir limnology: ecological perspective. New York: J. Wiley, 1990.

YOUNG, M. C.F.; YOUNG, C. E. F. Aspectos jurídicos do uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental:a nova política de recursos hídricos no Brasil. Disponível em: <<http://www.ace.ie.efrj.br>>. Acesso em: fev. 2010.

ZAÚ, A.S. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. *Floresta e Ambiente*, vol. 5, n. 1, 160-170, 1998.





## 19. ANEXOS

### 19.1 ANEXO A – Mapa Hipsométrico



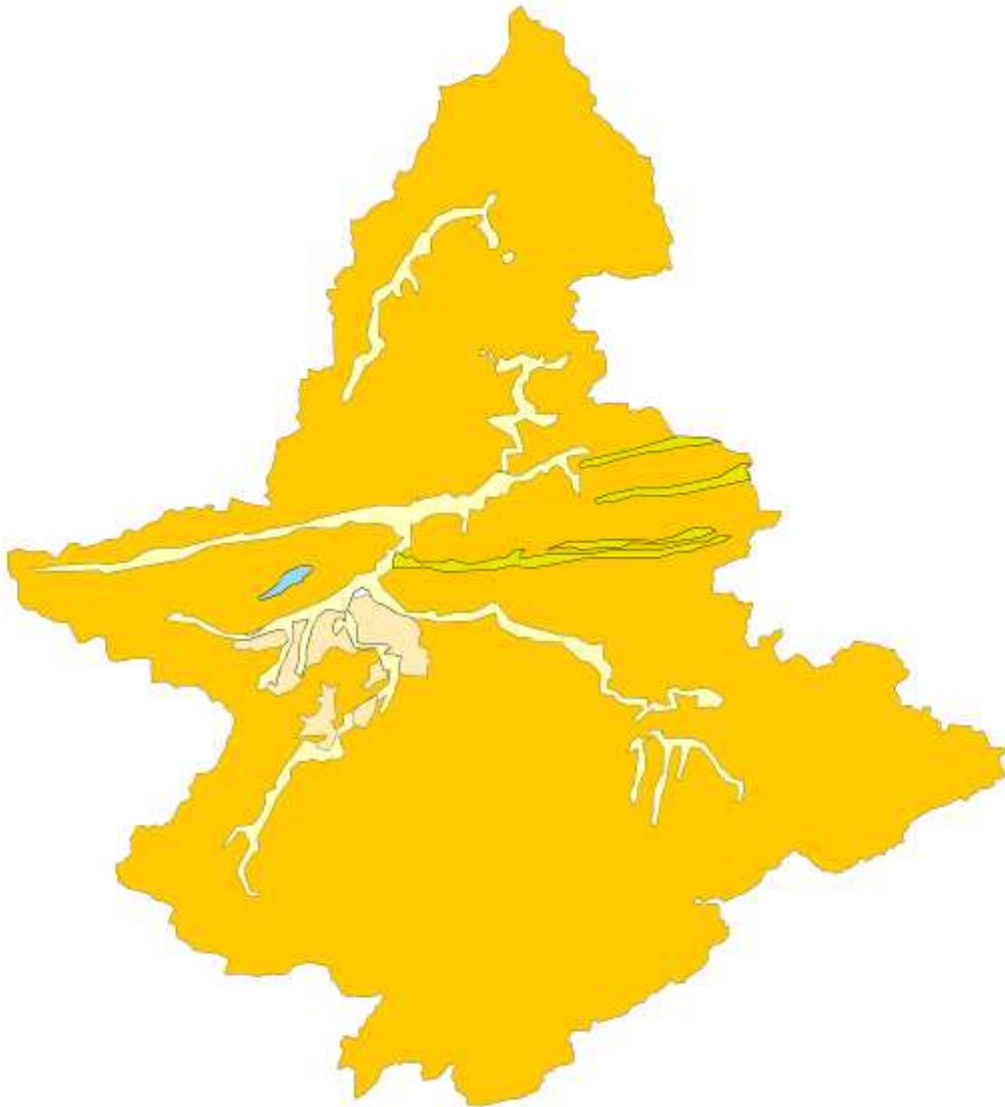
## **19.2 ANEXO B – Mapa Geológico**

Fonte: Mapa do Estado de Minas Gerais, de 2003, editado pela CPRM e CODEMIG



### 19.3 ANEXO C – Mapa Hidrogeológico






MAPA HIDROGEOLÓGICO DA BACIA DO RIO SAPUCAI



ESCALA= 1:600.000

**Legenda**

**Hidrogeologia**

-  Sistema Aquífero Aluvial
-  Sistema Aquífero de Cobertura Detritica
-  Formação Pouso Alegre
-  Grupo Carrancas
-  Sistemas Aquíferos Cristalinos



#### **19.4 ANEXO D – Processos Minerais na Bacia do Rio Sapucaí**





## 19.5 ANEXO E – Mapa de Uso e Ocupação do Solo

## 19.6 ANEXO F – 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
<b>ALTO SAPUCAÍ (19)</b>						
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	<b>SAAE</b>	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>
<b>MÉDIO SAPUCAI (17)</b>						
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	...
Heliodora/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
<b>BAIXO SAPUCAÍ (7)</b>						
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

### **19.7 ANEXO G – 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)
<b>Borda da Mata</b>	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
	<b>TOTAL</b>	<b>1.425</b>	<b>953.462,32</b>	<b>1.412,20</b>	<b>535,79</b>
<b>Brasópolis</b>	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
<b>TOTAL</b>	<b>1.037</b>	<b>859.567,69</b>	<b>1.790,27</b>	<b>6.597,51</b>	
<b>Cachoeira de Minas</b>	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
	<b>TOTAL</b>	<b>209</b>	<b>192.638,40</b>	<b>15,93</b>	<b>14,33</b>
<b>Cambuí</b>	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
	<b>TOTAL</b>	<b>492</b>	<b>306.760,27</b>	<b>117,85</b>	<b>2.080,15</b>
<b>Careaçu</b>	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
	<b>TOTAL</b>	<b>548</b>	<b>444.842,35</b>	<b>436,08</b>	<b>21.589,25</b>

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
	<b>TOTAL</b>	<b>164</b>	<b>157.813,78</b>	<b>100,00</b>	<b>2,00</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>382</b>	<b>435.434,11</b>	<b>1,64</b>	<b>35,88</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>235</b>	<b>268.631,32</b>	<b>4,85</b>	<b>44,50</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>72.210,01</b>	<b>501,14</b>	<b>7,65</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>286</b>	<b>97.716,89</b>	<b>73,70</b>	<b>104,94</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>191</b>	<b>247.725,36</b>	<b>10,97</b>	<b>9.445,28</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>90.487,54</b>	<b>2.055,27</b>	<b>164,00</b>

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
	<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>39.199,02</b>	<b>2,83</b>	<b>412,24</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>64</b>	<b>51.211,54</b>	<b>50,04</b>	<b>187,00</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>1.025</b>	<b>773.716,82</b>	<b>261,68</b>	<b>32.500,12</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>535</b>	<b>313.263,37</b>	<b>633,52</b>	<b>202,32</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>851</b>	<b>437.617,60</b>	<b>5.433,03</b>	<b>33,90</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>526</b>	<b>95.668,98</b>	<b>309,56</b>	<b>8.594,93</b>



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
	<b>TOTAL</b>	<b>293</b>	<b>265.111,83</b>	<b>4.995,29</b>	<b>11.635,91</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>864</b>	<b>757.930,84</b>	<b>3.397,14</b>	<b>1.427,00</b>
Marmelópolis	Consumo Humano	2	760		
	<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>760,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>3.368,00</b>	<b>0,01</b>	<b>7,01</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>578</b>	<b>474.729,24</b>	<b>0,20</b>	<b>12.045,57</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>353</b>	<b>278.044,35</b>	<b>149,50</b>	<b>1.979,64</b>

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
	Pisicultura	65	36.330,53	4,1	1.270,12
	<b>TOTAL</b>	<b>1.208</b>	<b>890.069,28</b>	<b>29,41</b>	<b>5.377,98</b>
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
	Pisicultura	27	12.462,90	5	0
	<b>TOTAL</b>	<b>394</b>	<b>94.173,44</b>	<b>29,07</b>	<b>17.321,30</b>
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
	Pisicultura	9	9.371,03	2,51	0
	<b>TOTAL</b>	<b>111</b>	<b>88.367,74</b>	<b>140,35</b>	<b>3.390,00</b>
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
	Pisicultura	34	4.307,87	1.002,21	14,1
<b>TOTAL</b>	<b>418</b>	<b>172.860,80</b>	<b>1.015,79</b>	<b>6.771,28</b>	
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
	Pisicultura	114	29.346,62	637,88	132,43
	<b>TOTAL</b>	<b>3.316</b>	<b>1.857.054,87</b>	<b>3.965,71</b>	<b>10.694,45</b>

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
	<b>TOTAL</b>	<b>762</b>	<b>884.170,20</b>	<b>6.895,74</b>	<b>310,88</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>442</b>	<b>271.492,16</b>	<b>33,97</b>	<b>942,56</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>213</b>	<b>131.981,56</b>	<b>2,00</b>	<b>1.790,52</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>308</b>	<b>344.735,79</b>	<b>95,03</b>	<b>6.577,50</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>825</b>	<b>558.246,42</b>	<b>15,02</b>	<b>3,26</b>

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
	<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>16.439,00</b>	<b>24,49</b>	<b>360,60</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>1.193</b>	<b>1.170.166,74</b>	<b>59,68</b>	<b>1.071,61</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>204</b>	<b>181.160,55</b>	<b>9,68</b>	<b>217,02</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>447</b>	<b>386.117,24</b>	<b>108,82</b>	<b>6.111,53</b>
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
	<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>2.460,00</b>	<b>5,10</b>	<b>30,00</b>

## 19.8 ANEXO H – Mapa dos Usos das Águas



## 19.9 ANEXO I – Resumo das Demandas Outorgadas

	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>RECURSO HÍDRICO</b>	<b>BACIA</b>	<b>VAZÃO m³/s</b>	<b>FINALIDADE</b>
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	Heliodora	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
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**      **Abastecimento público**

	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
<b>VAZÃO TOTAL</b>				<b>0,0099</b>	<b>Aqüicultura</b>

	MUNICÍPIO	RECURSO HÍDRICO	BACIA	VAZÃO m³/s	Aqüicultura
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
			<b>VAZÃO TOTAL</b>	<b>0,1004</b>	<b>Consumo agroindustrial</b>
	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
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	Delfim 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
			<b>VAZÃO TOTAL</b>	<b>0,1519</b>	<b>Consumo industrial</b>

	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 LAMBARI ME	RIBEIRÃO DO LAMBARI	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
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
<b>VAZÃO TOTAL</b>				<b>0,3011</b>	<b>Irrigação</b>

	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
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
			<b>VAZÃO TOTAL</b>	<b>0,1760</b>	<b>Mineração</b>

	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	
				<b>VAZÃO TOTAL</b>	<b>0,0001</b>	<b>Dessedentação de animais</b>
	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	
				<b>VAZÃO TOTAL</b>	<b>0,0051</b>	<b>Outros</b>