

Governador do Estado de Minas Gerais
Aécio Neves

Secretario Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD
José Carlos Carvalho

Diretor Geral do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM
Paulo Teodoro de Carvalho

Diretora de Instrumentalização e Controle – DIC
Célia Maria Brandão Fróes

Chefe da Divisão de Planejamento de Recursos Hídricos – DvPRH
Luiza de Marillac Moreira Camargos

Presidente do Comitê da Sub-bacia Hidrográfica Mineira do Rio Paracatu – CBH Paracatu
Jueli Cardoso Jordão

Coordenador da Câmara Técnica do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu
Marcelo Valadares Noronha Braga

Membros da Câmara Técnica
Afonso de Jesus Silveira Andrade
Alexander Gonçalves da Silva
Jefferson Ricardo Apeelt
José Maria do Couto Lacerda
José Rodrigues de Oliveira
Márcia Cristina Marcelino Romanelli
Neivaldo Luís Monteiro
Oswaldo Batista de Souza
Rodrigo Dutra Amaral
Samuel Rabelo de Souza
Sérgio Bonfim Pereira

Equipe Técnica
Carolina Fumian Serpa – Consultora Geógrafa
Christian Resende Freitas – Consultor Geógrafo
Fábio S. Duarte de Melo – Consultor Químico
Gisele Kimura – Consultora Geóloga
Ivanise Pignataro Fernandes – Consultora Geógrafa
Jaildo Santos Pereira – Consultor Eng. Civil
Katiane C. de Brito Almeida – Consultora Bióloga
Luiza de Marillac M. Camargos – Eng. Sanitarista
Nádia A. Pinheiro Santos – Consultora Geógrafa
Rodrigo Laborne Matioli – Consultor Advogado

Wilson dos Santos Fernandes – Consultor Eng. Civil

Coordenação
Luiza de Marillac Moreira Camargos

Colaboração Técnica e Agradecimentos
Afonso de Jesus S. Andrade – PM de João Pinheiro
Alberto da Costa Ribeiro – IEF/Unai
Alberto Simon Schwastzman – Proágua/MG
Alessandro Gonçalves S. Leite – CBH-Paracatu
Alexandre Roberto Silva – Copasa /Paracatu
Aloísio Vidal – Copasa
Ana Maria Vivas – IGAM
Anderson Gonçalves da Silva – IGAM
Benito Marangon – IGAM
Darling Demillus Silva – Feam
Denise Marília Bruschi – Feam
Domingos Santana Guimarães – Votorantim Metais
Greice Bastos Federmann – Cemig
José Alberto de Oliveira S. Teixeira – Feam
José Eduardo Nunes – IGAM
José Humberto Alves Borges – PM de Vazante
Jorge Olívio Rodrigues – PM de Lagamar
Luiz Assunção – IGAM
Marcelo Pires da Costa – ANA
Marcelo Valadares Noronha Braga – CBH-Paracatu
Márcia Cristina M. Romanelli – Feam
Mateus Carlos de Almeida – IGAM
Newton Drummond – IGAM
Paulo Henrique – PM de João Pinheiro
Roberto Kennedy dos Santos – PM de João Pinheiro
Rodrigo Dutra Amaral – RPM/Paracatu
Rosana Maria Peres – CAMP – João Pinheiro
Sargento Mateus – PM de Brasilândia de Minas
Simone Aparecida de Faria – IGAM
Vanessa Kelli Saraiva – IGAM
Vânia Lúcia Souza Figueiredo – Feam
Zenilde das Graças Guimarães Viola – IGAM

Revisão
Maira Avelar Miranda

Aos membros do CBH-Paracatu, às Polícias Ambientais de Brasilândia de Minas, João Pinheiro, Vazante, Paracatu e Unai, às Prefeituras Municipais da bacia, técnicos da Copasa, Cemig, Emater, e a todos os que, de alguma forma, contribuíram para a construção do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

159p

Plano diretor de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu :
resumo executivo / Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Sub-Bacia
Hidrográfica do Rio Paracatu. --- Belo Horizonte : Instituto Mineiro de Gestão das
Águas, 2006.

384 p.

Aprovado pelo CBH Paracatu em 28 de abril de 2006.

1. Recursos Hídricos. 2. Gerenciamento de recursos hídricos. 3. Bacia
Hidrográfica do Rio Paracatu. 4. Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.
I. Título.

CDU: 556.18

APRESENTAÇÃO

Quando o Governo, a sociedade organizada por suas lideranças e entidades e os usuários dos recursos hídricos numa bacia hidrográfica como a do rio Paracatu se reúnem à busca de consensos e objetivos comuns, os resultados são mais do que auspiciosos para as comunidades e municípios envolvidos. A questão dos recursos hídricos, numa visão de bacia hidrográfica e não apenas da calha do rio, exige conhecimentos científicos e tecnológicos, diversificados, para que as intervenções na natureza, finita, se façam dentro de parâmetros que fundamentem o desenvolvimento sustentável no campo e nas cidades. Sem se perder de vista os fatores ambientais que se associam, sinérgicos, os cuidados com a água, através do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, num horizonte de tempo de 10 anos (2006-2015), é uma prova mais do que concreta dos renovados esforços solidários em torno de um projeto de vida para o homem e os ecossistemas da região do Paracatu.

Ele deverá ser atualizado a cada quatro anos, estruturado nos seguintes produtos: diagnóstico da bacia e cenários de desenvolvimento. Diretrizes e critérios para os instrumentos de gestão, plano de ação à revitalização, recuperação e conservação hidroambiental e cronograma físico-financeiro. Por seu conteúdo detalhado, abrangente e complexo, pois se trata de meio ambiente, podem-se verificar as parcerias, dados históricos, reflexões coletivas, marcos referenciais, resultados esperados e, acima de tudo, sua elaboração por meio de procedimentos científicos e sem excluir os debates democráticos.

Há que se reconhecer também que é inovadora a experiência mineira com a consolidação dos CBHs à medida em que, por seus membros com reconhecida dedicação à causa pública e ambiental, formatam estudos, análises e alternativas de processos sustentáveis. A bacia do rio Paracatu, o terceiro maior rio estadual, com 542,7 quilômetros de extensão e cuja nascente é no município de Lagamar, abriga um extraordinário potencial hídrico para dar suporte às atividades agrícolas, pecuárias e frutícolas, sem se desconhecer outras demandas pela água, acrescentando-se, por inteiro, sua posição geográfica estratégica no contexto socioeconômico e ambiental do Estado. Portanto, mãos à obra, pois a natureza agradece e retribui com generosidade às intervenções inteligentes da sociedade em seus domínios.

Paulo Teodoro de Carvalho
Diretor Geral do IGAM

MENSAGEM DO PRESIDENTE DO CBH RIO PARACATU

Quando assumimos a coordenação do CBH Paracatu no ano de 2004, mais que um desejo, firmamos um compromisso de realizar uma gestão colegiada, com a participação e colaboração efetiva de todos, visando cumprir as grandes tarefas exigidas a nós naquele momento. Tínhamos que realizar a revisão do Plano Diretor existente (PLANPAR-96) adequando-o às novas exigências, incluindo várias análises e instrumentos necessários à gestão da bacia e fazendo isso com o máximo envolvimento da sociedade para torná-lo minimamente confiável.

Além disso, era necessário, com o nosso trabalho e convencimento, resgatar a importância do Comitê da Bacia, saindo de um foco de descrença das pessoas em relação à resolutividade de nossas ações e passando para um quadro de confiança no encaminhamento do planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Felizmente, com a finalização do Plano Diretor, onde todos os membros e parceiros tiveram participação importante, damos por concluída esta primeira etapa de nossa tarefa.

Confesso que naquela época, frente a tanta degradação ambiental e ao pouco efeito das inerentes ações de prevenção, recuperação e punição, minhas reflexões sobre a vida andavam pessimistas ao perguntar “ para onde estávamos indo com o nosso planeta?”. Porém, as ações de participação e planejamento da bacia, os envoltimentos de todos os atores, o efetivo entusiasmo dos envolvidos, começaram então a me levar pelo caminho inverso e comecei a sentir que o futuro, a despeito de todas as sinalizações em contrário, poderá ser melhor do que o presente.

Hoje com o Plano concluído, acreditamos que nossas tarefas são ainda maiores. Devemos implementar o plano, criar a Agência da bacia, divulgar, elaborar mais estudos e principalmente sensibilizar a população para gerar consciência e produzir ações que preservem e recuperem nossas águas. A palavra agora deve ser Gestão Ecológica da Bacia. Fazer com que o maior número de pessoas possível possam compreender minimamente as razões e as maneiras de agir corretamente em relação às águas. Desde o pequeno produtor, o homem comum do povo, até os grandes executivos que gerenciam as grandes empresas, se sensibilizados serão nossos grandes parceiros na gestão.

Finalizando quero agradecer a todos os que participaram: órgãos públicos, técnicos, estudiosos, executivos de empresas, membros do comitê, reafirmando que fico gratificado, com o ânimo renovado, instigado a continuar lutando e otimista com o porvir. Continuando firmes nos nossos propósitos poderemos nos sentir como vitoriosos.

Jueli Cardoso Jordão
Presidente do CBH Paracatu

SUMÁRIO

PARTE I – DIAGNÓSTICO	12
1 – INTRODUÇÃO	12
2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA	14
2.1 – Abrangência Espacial	14
2.2 – Processo de Ocupação	18
3 – CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO	18
3.1 – Clima	18
3.2 – Hidrografia	19
3.3 – Hidrogeologia	22
3.4 – Geologia e Recursos Minerais	29
3.5 – Geomorfologia	30
3.6 – Pedologia	31
4 – CARACTERÍSTICAS DO MEIO BIÓTICO	34
4.1 – Cobertura Vegetal	34
4.2 – Fauna Terrestre	35
4.3 – Ictiofauna e Ambientes Aquáticos	36
5 – CARACTERÍSTICAS DO MEIO SÓCIOECONÔMICO	38
5.1 - Aspectos Demográficos	38
5.2 – Aspectos Sócioeconômicos	40
5.3 – Cenário de Desenvolvimento Socioeconômico	46
6 – USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL	51
6.1 – Metodologia de Elaboração do Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	52
6.2 – Quantificação do Uso do Solo e Cobertura Vegetal	54
7 – CONSERVAÇÃO AMBIENTAL	64
7.1 – Áreas Prioritárias para a Criação de Unidades de Conservação e Preservação de Mananciais para Abastecimento Público	67
8 – QUALIDADE AMBIENTAL	71
9 – SANEAMENTO AMBIENTAL	73
9.1 – Abastecimento de Água	73
9.2 – Coleta de Esgotos Sanitários	73
9.3 – Tratamento de Esgotos Sanitários	73
9.4 – Resíduos sólidos	74
10 – LEVANTAMENTO DE PROGRAMAS E PROJETOS EXISTENTES COM REPERCUSSÕES SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA	79
11 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL	82
11.1 – O método <i>index-flood</i>	85
11.2 – Metodologia para regionalização de vazões mínimas	87
11.3 – Metodologia para regionalização de vazões de permanência	95
11.4 – Regiões homogêneas	109
11.5 – Equações de regressão para o fator <i>index-flood</i>	111
11.6 – Resultados – Vazões mínimas	117
11.7 – Resultados – Vazões de permanência	124
11.8 – Análise das vazões médias de longo termo e da capacidade de regularização	127
11.9 – Resumo	134
12 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	135
12.1 – Indicadores Ambientais	139

12.2 – Parâmetros de Qualidade das Águas e Análise das Violações	140
12.3 – Resultados.....	141
12.4 – Avaliação Ambiental	155
12.5 – Avaliação da Rede de Monitoramento	157
12.6 – Considerações Finais	159
12.7 – Qualidade das Águas Subterrâneas.....	160
13 – DEMANDA HÍDRICA	164
13.1 – Cenários de desenvolvimento.....	164
13.2 – Demanda hídrica.....	165
13.3 – Comparativo entre a demanda e a disponibilidade.....	169
14 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA.....	171
14.1 – Águas Subterrâneas	171
14.2 – Disponibilidades Hídricas Subterrâneas.....	172
14.3 – Demanda hídrica subterrânea	176
14.4 – Balanço disponibilidade x demanda hídrica subterrânea	182
14.5 – Inventário de pontos d’água e dados de outorga	185
15 – USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS	189
15.1 – Abastecimento de Água e Diluição de Efluentes	189
15.2 – Irrigação.....	189
15.3 – Pecuária	189
15.4 – Mineral	190
15.5 – Proteção da comunidade aquática.....	190
15.6 – Geração de energia	190
15.7 – Industrial.....	190
16 – IDENTIFICAÇÃO DOS ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS.....	191
17 – IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS POTENCIAIS.....	192
18 – LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOBRE OUTORGA PARA ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	193
19 – LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOBRE OUTORGA PARA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	199
20 – PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES DO DIAGNÓSTICO NO TOCANTE À CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	206
PARTE II – INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	207
21 – AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE OUTORGA.....	207
21.1 – Introdução.....	207
21.2 – Vazão ecológica.....	208
21.3 – Vazão disponível para outorga	209
21.4 – Alocação de água.....	209
21.5 – Cadastro de usuários.....	211
21.6 – Usos de pouca expressão	213
21.7 – Prioridades de uso.....	213
21.8 – Metas de racionalização de uso	213
22 – ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARACATU.....	214
22.1 – Introdução.....	214
22.2 – Metodologia.....	216
22.3 – Priorização de corpos d’água.....	220
22.4 – Identificação dos corpos de água em unidades de conservação	221

22.5 – Diagnóstico da condição atual da qualidade da água dos corpos de água e identificação das fontes de poluição	224
22.6 – Diagnóstico dos usos preponderantes atuais	227
22.7 – Oficinas de enquadramento	242
22.8 – Proposta de enquadramento.....	245
22.9 – Análise comparativa dos resultados das oficinas e proposta preliminar	254
22.10 – Vazão de referência	254
22.11 – Parâmetros prioritários de qualidade de água.....	255
22.12 – Ações necessárias para efetivação da proposta de enquadramento	255
22.13 – Proposta para criação de áreas sujeitas à restrição de uso	257
22.14 – Proposta de Enquadramento Prospectivo	258
22.15 – Aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos	258
23 – PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS E POTENCIAL DE ARRECADAÇÃO	260
23.1 – Introdução.....	260
23.2 – Aspectos legais	260
23.3 – A Cobrança pelo uso da água na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).....	261
23.4 – A Cobrança pelo uso da água na Política Mineira de Recursos Hídricos	264
23.5 – Complementariedade dos instrumentos da PNRH	268
23.6 – Condicionantes para a Implantação da Cobrança pelo Uso da Água no Estado de Minas Gerais	270
23.7 – Diretrizes para a Cobrança pelo Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu – MG.....	274
23.8 – Bases para a Cobrança pelo Uso da Água na Bacia do Rio Paracatu.....	277
23.9 – Bases para Simulação da Cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu	280
23.10 – Avaliação dos Usos da Água na Bacia do Rio Paracatu.....	282
23.11 – Simulação da Cobrança pelo Uso da Água	284
23.12 – Recomendações	292
23.13 – Recomendações e Conclusões Finais	294
24 – ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONAIS REFERENTES ÀS UNIDADES EXECUTIVAS DESCENTRALIZADAS: AGÊNCIAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E SUAS EQUIPARADAS	295
25 – PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA A FISCALIZAÇÃO INTEGRADA E MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS	302
PARTE III – PLANO DE AÇÃO	305
26 – PLANO DE AÇÃO PARA A REVITALIZAÇÃO, RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO HIDROAMBIENTAL	305
26.1 – Metodologia para seleção das atividades a ser implementadas.....	305
26.2 – Estruturação do Plano de Ação e justificativas das atividades identificadas	305
27 – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO	308
27.1 – Estimativa de Custos para as Atividades previstas no Plano de Ação	309
28 – PROPOSTAS DE INSTRUMENTOS JURÍDICOS	313
28.1 – Minuta de Termo de Cooperação Técnica referente à efetivação do enquadramento dos corpos de água da Bacia do Rio Paracatu.....	313
29 – RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS	319
30 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	321
31 – ANEXOS	327

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área (Km ²) e bacias hidrográficas limítrofes à bacia do rio Paracatu.....	15
Figura 2: Municípios integrantes. No mapa da direita destacam-se os municípios 100% contidos na bacia.	15
Figura 3: Localização da Bacia do Rio Paracatu no contexto da Bacia do Rio São Francisco. Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH's).....	16
Figura 4: Características do clima da bacia do rio Paracatu.....	19
Figura 5: Divisão em trechos da bacia do rio Paracatu: Alto, Médio e Baixo.	21
Figura 6: Distribuição dos Sistemas Aquíferos na Bacia do Rio Paracatu. Erro! Indicador não definido.	
Figura 7: Distribuição das unidades geomorfológicas.....	31
Figura 8: Suscetibilidade erosiva.	33
Figura 9: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia do Rio Paracatu (também em anexo 6).	51
Figura 10: Procedimentos metodológicos para o mapeamento do uso e cobertura do solo da bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.	53
Figura 11: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do ... Rio Paracatu.	55
Figura 12: Quantificação (%) das de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Preto. 56	
Figura 13: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio da Prata.	57
Figura 14: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Escuro.	58
Figura 15: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia..... do Rio do Sono.	59
Figura 16: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia..... do Ribeirão Entre-Ribeiros.....	60
Figura 17: Quantificação (%) das Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Santa Catarina.....	61
Figura 18: Quantificação (%) das Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Verde.	62
Figura 19: Quantificação (%) das Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do..... Córrego Rico.	63
Figura 20: Concessionárias de água para uso doméstico por município.	77
Figura 21: Concessionárias de esgoto por município.....	78
Figura 22 – Localização da bacia do rio Paracatu 86	
Figura 23 – Hidrografia principal 87	
Figura 24 – Localização das estações fluviométricas..... 88	
Figura 25 – Regiões homogêneas para vazões mínima 110	
Figura 26 – Regiões homogêneas para vazões de permanência 112	
Figura 27 – Distribuição de probabilidade regional para a região RPM 1..... 119	
Figura 28 – Distribuição de probabilidade regional para a região RPM 2..... 119	
Figura 29 – Distribuição de probabilidade regional para a região RPM 3..... 120	
Figura 30 – Q _{7,10} versus área de drenagem para a região RPM 1 122	
Figura 31 – Q _{7,10} versus área de drenagem para a região RPM 2 122	
Figura 32 – Q _{7,10} versus área de drenagem para a região RPM 3 123	
Figura 33 – Curvas de permanência para as três regiões homogêneas..... 125	

Figura 34 – Regiões homogêneas para as curvas de regularização.....	129
Figura 35 – Curvas de regularização adimensionais (Região RPR 1).....	130
Figura 36 – Curvas de regularização adimensionais (Região RPR 2).....	130
Figura 37 – Curvas de regularização adimensionais (Região RPR 3).....	131
Figura 38 – Curvas de regularização adimensionais (Região RPR 4).....	131
Figura 39: Mapa de localização da bacia do rio Paracatu e das estações de monitoramento... 138	
Figura 40: Evolução espacial e temporal do Índice de Qualidade das Águas na bacia do Rio Paracatu no ano 2004.....	141
Figura 41: Mapa da média anual do IQA – 2004 e gráficos de evolução temporal da media do IQA por estação de amostragem no período de 1997 a 2004.....	142
Figura 42: Resultados de IQA na bacia do rio Paracatu nos períodos chuvoso e seco (1997 a 2004).....	143
Figura 43: Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos na Bacia do Rio Paracatu. Período de 1997 a 2004.....	144
Figura 44: Mapa da média anual do CT – 2004 e gráficos de evolução temporal do CT médio por estação de amostragem, no período de 1997 a 2004	145
Figura 45: Frequência de ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta na bacia do rio Paracatu em 2004.....	146
Figura 46: Porcentagem de ocorrência de resultados positivos e negativos dos ensaios de ecotoxicológicos realizados no rio Preto no período de 2003 a 2004	147
Figura 47: Ocorrências de fosfato total na bacia do rio Paracatu no período chuvoso e seco, de 1997 a 2004.	149
Figura 48: Grandes extensões de monocultura de eucalipto na sub-bacia do rio do Sono (MG).	150
Figura 49: Ocorrências de manganês na bacia do rio Paracatu no período chuvoso e seco de 1997 a 2004.	151
Figura 50: Variação de manganês nos rios da Prata (PT001), Preto (PT007) e Paracatu (PT009 e PT013) em relação à vazão para o ano de 2004.....	152
Figura 51: Assoreamento observado no rio da Prata na ponte da BR 040, próximo ao município de João Pinheiro, MG, onde está localizada a estação de amostragem PT001.....	152
Figura 52: Ocorrências de Coliformes Fecais na bacia do rio Paracatu no período chuvoso e seco de 1997 a 2004.	153
Figura 53: Evolução temporal e espacial das ocorrências de índice de fenóis na bacia do rio Paracatu no período de 1997 a 2004.	154
Figura 54 – Vazões demandadas e disponíveis	170
Figura 55 – Percentual de vazão disponível demandada pelos dados de outorgas	170
Figura 56 – Percentual de vazão disponível demandada pelos dados do ONS	171
Figura 57 – Localização dos pontos d’água inventariados	186
Figura 58 – Distribuição dos pontos d’água inventariados por município	187
Figura 59 – Distribuição dos pontos d’água inventariados por sistema aquífero	187
Figura 60 – Distribuição das outorgas na bacia	193
Figura 61 – Distribuição espacial da vazão outorgada	194
Figura 62 – Evolução do número de outorgas dadas.....	195
Figura 63 – Evolução da vazão outorgada na bacia	196
Figura 64 - Número de outorgas por uso de água subterrânea da bacia do rio Paracatu	200
Figura 65 - Vazão outorgada por uso de água subterrânea da bacia do rio Paracatu	200
Figura 66 - Vazão outorgada por uso consuntivo de água subterrânea da bacia do rio Paracatu	201
Figura 67 - Evolução temporal das outorgas concedidas para água subterrânea.....	202
Figura 68 - Número de outorgas para água subterrânea por município.....	204
Figura 69 – Vazão outorgada para água subterrânea por município	204

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Figura 70 – Vazão outorgada para usos consuntivos de água subterrânea por município.....	205
Figura 71 – Distribuição das outorgas de água subterrânea por município	205
Figura 72 – Regiões utilizadas para a alocação de água.....	210
Figura 73 – Síntese metodológica do enquadramento dos corpos de água da bacia do rio Paracatu.....	216
Figura 74: Enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica do São Francisco (IBAMA, 1989).....	218
Figura 75: Bacias de contribuição priorizadas para o enquadramento.	221
Figura 76: Mapa das unidades de conservação.....	224
Figura 77: Estações de coleta de água do Projeto Águas de Minas.	226
Figura 78: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da Bacia do Rio Santa Catarina.	229
Figura 79: Mapas Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da Bacia do Rio Escuro.	231
Figura 80: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Ribeirão Entre-Ribeiros.....	233
Figura 81: Mapas Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Rio Verde.....	235
Figura 82: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Córrego Rico.....	237
Figura 83: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Rio Prata.....	239
Figura 84: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Rio Sono.....	241
Figura 85: Oficinas de enquadramento realizadas com a comunidade da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.	243
Figura 86: Proposta de enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.....	253
Figura 87: Audiências públicas realizadas com a comunidade da bacia hidrográfica do rio Paracatu.....	259
Figura 88 – Principais instrumentos da Política de Recursos Hídricos	269
Figura 89 – Distribuição das demandas, segundo os tipos de usos.....	283
Figura 90 – Distribuição das outorgas emitidas, segundo a quantidade e segundo os volumes.....	284
Figura 91 – Arrecadação potencial, com base nos valores praticados no Ceará e nas estimativas de demanda do estudo da ONS e nas outorgas emitidas pelo IGAM.....	286
Figura 92 – Arrecadação potencial (captação e consumo), com base nos valores praticados no CEIVAP, nas Estimativas de Demanda do Estudo da ONS e nas outorgas emitidas pelo IGAM	289
Figura 93: Mapa de localização das bacias dos ribeirões: Santa Isabel, Escurinho e Jambreiro.	304

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Municípios mineiros da bacia do rio Paracatu.....	17
Tabela 2: Principais afluentes do rio Paracatu.....	20
Tabela 3 – Sistemas aquíferos da bacia do rio Paracatu.....	23
Tabela 4: Classes, área e porcentagem ocupada pelos solos na bacia do rio Paracatu.....	32
Tabela 5: Espécies ameaçadas e de importância ecológica.....	36
Tabela 6: Densidade demográfica.....	38
Tabela 7: População da bacia nos anos censitários de 1991 e 2000.....	39
Tabela 8: Taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) e esperança de vida ao nascer.	40
Tabela 9: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) nos municípios da bacia do Paracatu. ..	41
Tabela 10: Taxa de analfabetismo	41
Tabela 11: Taxa de escolarização por grupos de idade.....	42
Tabela 12: Produto Interno Bruto a Preços Correntes (R\$) para o Ano 2000.....	43
Tabela 13: População ocupada por setores econômicos no ano 2000.....	43
Tabela 14: Principais produtos agrícolas e produção (por tonelada)	45
Tabela 15: Previsão de mercado do noroeste de Minas.....	48
Tabela 16: Total de investimentos do Programa.....	49
Tabela 17: Projeção da população para o período 2000 a 2015.	50
Tabela 18: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Paracatu.....	55
Tabela 19: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Preto.....	56
Tabela 20: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio da Prata.....	57
Tabela 21: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Escuro.....	58
Tabela 22: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio do Sono.....	59
Tabela 23: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Ribeirão Entre-Ribeiros.....	60
Tabela 24: Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Santa Catarina.....	61
Tabela 25: Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Verde.....	62
Tabela 26: Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Córrego Rico.....	63
Tabela 27: Unidades de conservação na bacia do Paracatu.....	65
Tabela 28: Sítios espeleológicos na bacia do Paracatu.....	66
Tabela 29: Situação de concessão de água e esgoto na Bacia do Rio Paracatu.....	75
Tabela 30: Situação da disposição final dos resíduos sólidos.....	76
Tabela 31 – Estações fluviométricas da bacia do rio Paracatu.....	84
Tabela 32 – Estações pluviométricas da bacia do rio Paracatu.....	85
Tabela 33 – Valores críticos da medida de discordância.....	93
Tabela 34 – Região homogênea RPM 1 (mínimas)	109
Tabela 35 – Região homogênea RPM 2 (mínimas)	110
Tabela 36 – Região homogênea RPM 3 (mínimas)	110
Tabela 37 – Estações consideradas em cada região homogênea de vazões de permanência ...	111
Tabela 38 – Coeficientes de correlação para a região RPM 1 (vazões mínimas).....	113
Tabela 39 – Coeficientes de correlação para a região RPM 2 (vazões mínimas).....	113
Tabela 40 – Coeficientes de correlação para a região RPM 3 (vazões mínimas).....	113
Tabela 41 – Modelos de regressão para a região RPM 1 (vazão mínima).....	113
Tabela 42 – Modelos de regressão para a região RPM 2 (vazão mínima).....	113
Tabela 43 – Modelos de regressão para a região RPM 3 (vazão mínima).....	114
Tabela 44 – Coeficientes de correlação para a região RPP 1 (Q50)	114
Tabela 45 – Coeficientes de correlação para a região RPP 2 (Q50)	114
Tabela 46 – Coeficientes de correlação para a região RPP 3 (Q50)	115

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Tabela 47 – Coeficientes de correlação para a região RPP 1 (Q95)	115
Tabela 48 – Coeficientes de correlação para a região RPP 2 (Q95)	115
Tabela 49 – Coeficientes de correlação para a região RPP 3 (Q95)	115
Tabela 50 – Modelos de regressão para a região RPP 1 (Q50)	115
Tabela 51 – Modelos de regressão para a região RPP 2 (Q50)	116
Tabela 52 – Modelos de regressão para a região RPP 3 (Q50)	116
Tabela 53 – Modelos de regressão para a região RPP 1 (Q95)	116
Tabela 54 – Modelos de regressão para a região RPP 2 (Q95)	116
Tabela 55 – Modelos de regressão para a região RPP 3 (Q95)	117
Tabela 56 – Parâmetros regionais das distribuições de probabilidade	118
Tabela 57 – <i>Quantis</i> adimensionais de vazão para a bacia do rio Paracatu	120
Tabela 58 – <i>Quantis</i> adimensionais de vazão para a bacia do rio Paracatu	126
Tabela 59 – Estações fluviométricas selecionadas para o estudo de regularização	128
Tabela 60 – Coeficientes regionais para as curvas de regularização.....	132
Tabela 61 – Resumo do estudo hidrológico	134
Tabela 62: Descrição das estações de amostragem da bacia do rio Paracatu.....	136
Tabela 63: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas.....	137
Tabela 64: Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragem analisados nas campanhas intermediárias.	137
Tabela 65: Frequência de ocorrência de parâmetros tóxicos no indicador de Contaminação por Tóxicos, na Bacia do Rio Paracatu no período de 1997 a 2004.	146
Tabela 66: Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de violações de classe de enquadramento em toda a bacia do rio Paracatu no período de 1997 a 2004.....	148
Tabela 67: Potabilidade das águas subterrâneas por aquífero na bacia do rio Paracatu	162
Tabela 68 – Taxas de crescimento para os usos de água na bacia do rio Paracatu	165
Tabela 69 – Vazão retirada da bacia do rio Paracatu em 2004 segundo a ONS.....	167
Tabela 70 – Evolução da vazão retirada segundo o ONS em (m ³ /s).....	167
Tabela 71 – Vazões outorgadas e consumidas segundo os dados do IGAM	168
Tabela 72 – Evolução da vazão retirada (m ³ /s)	169
Tabela 73 – Evolução da demanda (m ³ /s).....	169
Tabela 74– Distribuição dos volumes anuais renováveis e descargas subterrâneas específicas por sub-bacia e trecho interestações.....	175
Tabela 75 - Consumo de água subterrânea para abastecimento humano e uso doméstico nos municípios mineiros da bacia	177
Tabela 76 – Vazão retirada da bacia do rio Paracatu em 2004 segundo a ONS.....	178
Tabela 77 – Taxas de crescimento para os usos de água na bacia	179
Tabela 78 - Estimativa do consumo de água subterrânea por município para o ano de 2004..	180
Tabela 79 - Estimativa do consumo futuro de água subterrânea por município para o período de 2005 a 2015	181
Tabela 80 – Reservas exploráveis e demandas hídricas subterrâneas por sub-bacias e trechos interestações fluviométricas	184
Tabela 81 – Número de outorgas e vazão outorgada	194
Tabela 82 – Evolução dos usos outorgados na bacia	195
Tabela 83 – Vazão outorgada por ponto de controle.....	196
Tabela 84 – Número de outorgas por ponto de controle.....	197
Tabela 85 – Comparativo entre a vazão outorgada e a vazão disponível em cada ponto	198
Tabela 86 – Outorgas por uso de água subterrânea da bacia do rio Paracatu.....	199
Tabela 87 - Evolução temporal das outorgas para água subterrânea.....	201
Tabela 88 - Distribuição das outorgas para água subterrânea por município.....	203
Tabela 89 – Vazão ecológica por estação fluviométrica	208

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Tabela 90 – Características das regiões de alocação de água.....	210
Tabela 91 – Alocação de água por região da bacia	211
Tabela 92: Classificação dos corpos de água segundo Resolução CONAMA no. 357/2005.	215
Tabela 93: Unidades de conservação localizadas na bacia do rio Paracatu.	223
Tabela 94: Parâmetros em desconformidade com a Resolução CONAMA 10/1986 do ano de 2004.	225
Tabela 95: Classificação sugerida pela comunidade local.	244
Tabela 96: Classificação sugerida pela comunidade local para o enquadramento prospectivo.	245
Tabela 97: Programas de ações para a efetivação do enquadramento.....	257
Tabela 98 – A Cobrança pelo uso da água nas legislações federais.....	261
Tabela 99 – Modo de aprovação da Cobrança pelo uso da água na legislação brasileira	263
Tabela 100 – Objetivos da cobrança pelo uso da água.....	265
Tabela 101 – Instituições que compõem o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais e a cobrança pelo uso da água.....	266
Tabela 102 – Valores da tarifa a ser cobrada pelo uso dos recursos hídricos no Ceará	281
Tabela 103 – Sistema de cobrança pelo uso da água no CEIVAP.....	281
Tabela 104 – Valores praticados na bacia do Paraíba do Sul.....	282
Tabela 105 - Evolução da vazão retirada na bacia do rio Paracatu (m ³ /s)	282
Tabela 106 - Coeficientes de consumo adotados para a bacia do rio Paracatu	282
Tabela 107 – Situação das outorgas na bacia hidrográfica do rio Paracatu (2004)	283
Tabela 108 – Evolução das vazões outorgadas.....	284
Tabela 109 – Arrecadação potencial, com base nos valores praticados no Ceará e nas estimativas de demanda do estudo da ONS	285
Tabela 110 – Arrecadação potencial, com base nos valores praticados no Ceará e nas outorgas emitidas pelo IGAM.....	285
Tabela 111 – Arrecadação potencial (captação e consumo), com base nos valores praticados no CEIVAP e nas estimativas de demanda da ONS	288
Tabela 112 – Arrecadação potencial (captação e consumo), com base nos valores praticados no CEIVAP e nas outorgas emitidas pelo IGAM.....	288
Tabela 113 – Arrecadação potencial (lançamento), com base nos valores praticados no CEIVAP e nas estimativas de demanda da ONS para 2004.....	291
Tabela 114 – Arrecadação potencial (lançamento), com base nos valores praticados no CEIVAP e nas outorgas emitidas pelo IGAM para 2004	291

PARTE I – DIAGNÓSTICO

1 – INTRODUÇÃO

O presente trabalho, intitulado Resumo Executivo do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu/2005, foi coordenado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM com acompanhamento técnico e avaliação do CBH-Paracatu e sua Câmara Técnica de Plano de Bacia.

Este trabalho constitui uma atualização/adequação do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu/1996, elaborado no período de 1996 a 1998 pelo Consórcio de empresas de consultoria MAGNA\DAM\EYSER, sob a coordenação executiva da RURALMINAS e coordenação técnica do IGAM. Durante o período de elaboração do Plano/1996, o CBH-PARACATU ainda não havia sido instalado, o que veio ocorrer somente em dezembro do ano de 1998. Portanto, este aspecto comprometeu a implementação do referido Plano, tornando-o desatualizado, especialmente no que se refere às exigências da legislação de recursos hídricos, que estabeleceu um conteúdo mínimo para os Planos Diretores de Recursos Hídricos, conforme Art. 11, incisos I a VIII, da Lei nº 13.199/99.

Cabe ressaltar que o Plano/1996 é um estudo de grande importância para a bacia hidrográfica do Rio Paracatu e que será, por muito tempo, um estudo de referência para a bacia, tal como o Plano Diretor para o desenvolvimento do Vale do São Francisco – (PLANVASF), elaborado na década de 80 e que até hoje é referência para a bacia hidrográfica do Rio São Francisco.

O Plano/2005, por sua vez, tem como objetivo principal alavancar a gestão de recursos hídricos na bacia do rio Paracatu. Ele tem a característica de um documento gerencial, com o propósito de munir o CBH-PARACATU de informações estratégicas, auxiliando-o em sua tomada de decisões. Portanto, este documento não será estático, e sim, um processo dinâmico e contínuo de avaliação e atualização de dados, buscando, desta forma, aperfeiçoamentos sucessivos. O mesmo tem um horizonte de 10 anos (2006-2015) e deverá ser atualizado a cada quatro anos, estando estruturado nos seguintes produtos: diagnóstico da bacia e cenários de desenvolvimento; diretrizes e critérios para os instrumentos de gestão; plano de ação para a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental e cronograma físico-financeiro.

O Plano/2005 também contempla o mapa atualizado de uso do solo e cobertura vegetal, em escala 1:50.000, elaborado a partir de intenso trabalho de campo; estudos sobre a disponibilidade hídrica das águas superficiais e subterrâneas da bacia, em quantidade e qualidade; as projeções da demanda de água até 2015, considerando três cenários (tendencial, normativo e ideal); e estudos preliminares sobre a alocação de água. Além disto, contempla um instrumento da gestão de recursos hídricos e para o planejamento ambiental, qual seja, o enquadramento dos corpos d'água, instrumento este, de fundamental importância para garantir a preservação da qualidade da água para as atuais e as futuras gerações da bacia. Para o desenvolvimento deste tema foram realizadas, no

mês de setembro/2005, Oficinas de Enquadramento nas regiões do Alto, Médio e Baixo curso, com o objetivo de colher subsídios da sociedade da bacia.

Ao Plano/2005 se integram, ainda, estudos sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, instrumento da gestão conforme a Lei nº 13.199/99, que tem como objetivo principal incentivar a racionalização do uso da água e aspectos gerais sobre as entidades equiparadas à Agência de Bacia. Destaca-se, também, o Plano de Ação para a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental, que apresenta um elenco de atividades prioritárias a serem implementadas na bacia.

Vale ressaltar que o Plano/2005 chega em momento econômico restritivo para o País e para o Estado, e sua implementação dependerá da ação proativa dos atores sociais estratégicos da bacia. Nesse sentido, a minuta do Termo de Cooperação Técnica, que consta neste Plano, visa à aproximação e união destes atores para potencializar os resultados das ações a serem implementadas na bacia.

Ressalta-se, ainda, que o Plano/2005 priorizou sete sub-bacias hidrográficas, quais sejam: Sono, Verde, Santa Catarina, Escuro, Rico, Entre-Ribeiros e Prata, tendo como estratégia o enquadramento destes corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes. Para se alcançar a efetivação do enquadramento, até 2015, foram estabelecidas metas intermediárias, com destaque para o saneamento ambiental e a revitalização das sub-bacias hidrográficas mencionadas.

O CBH-Paracatu submeteu este Plano/2005 à sociedade da bacia por meio de quatro audiências públicas (Anexo 1), nos seguintes municípios: Vazante, Paracatu, Unaí e João Pinheiro. Posteriormente, deliberou favoravelmente pela aprovação do mesmo (Anexo 2), em reunião ordinária de 28 de abril de 2006. Nesta reunião, a Câmara Técnica do Plano apresentou recomendações a serem incorporadas ao Plano, conforme documento intitulado “Compilação de Recomendações ao Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do Rio Paracatu – Resumo Executivo – Versão Preliminar (Dez./2005)”.

2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA

2.1– Abrangência Espacial

A unidade territorial compreendida pela Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu está inserida entre as coordenadas geográficas 15°30' / 19°30'S e 45°10' / 47°30'W. Toda a bacia abrange uma área de 45.600 Km², sendo que 92% dessa área, aproximadamente 41.600 Km², pertencem ao estado de Minas Gerais, e o restante, 5% e 3%, está distribuído entre o estado de Goiás e o Distrito Federal, respectivamente (Figura 1). A maioria dos municípios que compreende a bacia está inserida na Macrorregião Noroeste de Minas, que inclui as Microrregiões de Paracatu e Unai.

A bacia engloba totalmente os municípios mineiros de João Pinheiro, Vazante, Lagoa Grande, Brasilândia de Minas, Dom Bosco, Natalândia, Cabeceira Grande e parcialmente os municípios mineiros de Unai, Paracatu, Bonfinópolis de Minas, Guarda Mor, Presidente Olegário, Buritizeiro, Lagamar, Santa Fé de Minas e Patos de Minas, totalizando 16 municípios (Figura 2 e Tabela 1). O município de Patos de Minas apenas será citado neste Plano, mas não será analisado no conjunto dos outros municípios integrantes, pois sua participação é de apenas 0,2% na área total da bacia.

O rio Paracatu é afluente da margem esquerda do rio São Francisco. Sua nascente está localizada no povoado de Almas, município de Lagamar, e, após percorrer 485 km, deságua no rio São Francisco, na localidade de Cachoeira da Manteiga, município de São Romão. A Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH, na qual está inserida a bacia, é denominada São Francisco 7 - SF7, como exemplifica a Figura 3. No Estado de Minas Gerais, a UPGRH SF7 faz limites com as UPGRH's PN1, SF4, SF6 e SF8. Já os limites geográficos naturais, conforme Figura 1, são: a leste, as bacias dos rios Formoso e Jatobá; a sudeste a bacia do rio Abaeté; a sudoeste e oeste a bacia do rio Paranaíba; a noroeste a bacia do rio Tocantins; e a norte a bacia do rio Urucuia.



Figura 1: Área (Km²) e bacias hidrográficas limítrofes à bacia do rio Paracatu.

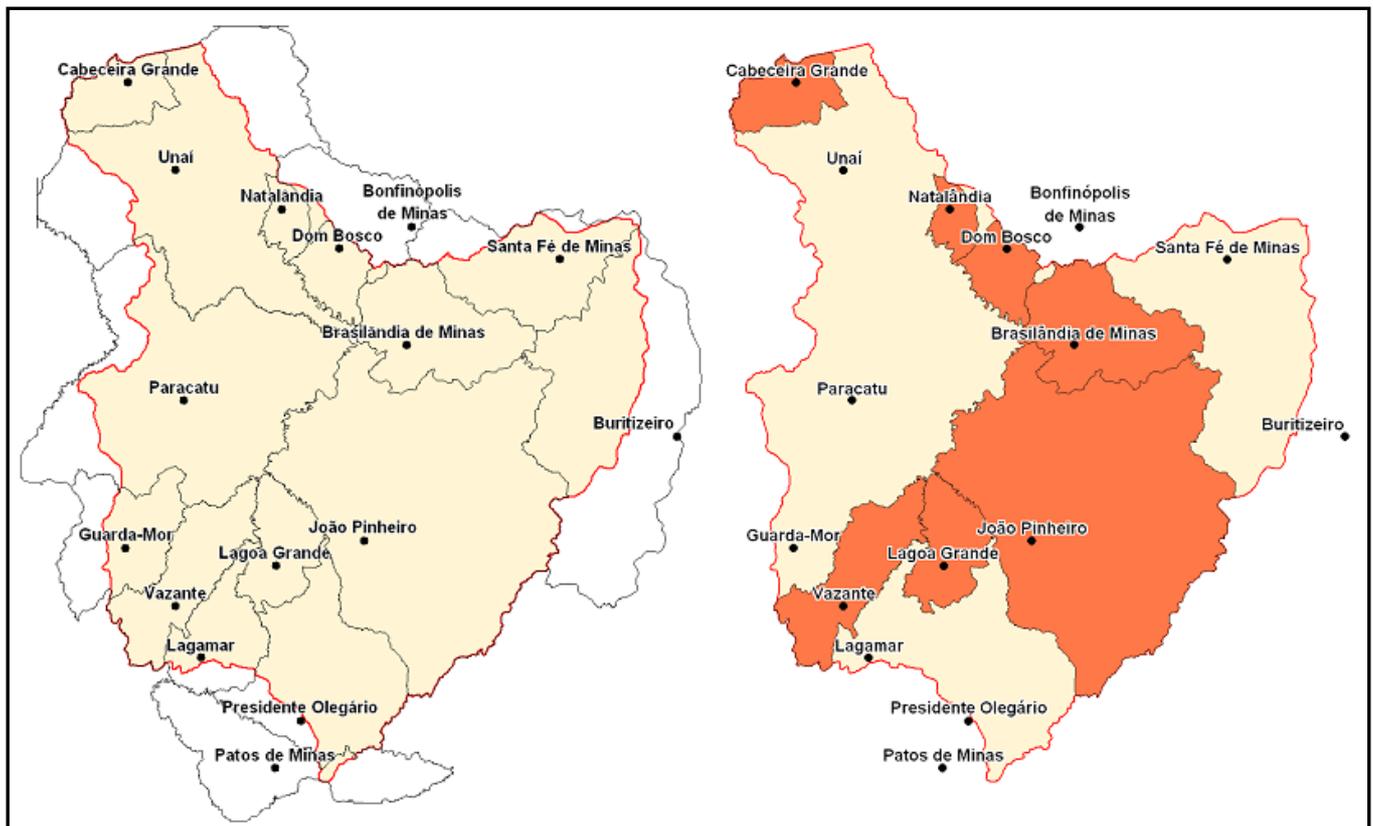


Figura 2: Municípios integrantes. No mapa da direita destacam-se os municípios 100% contidos na bacia.

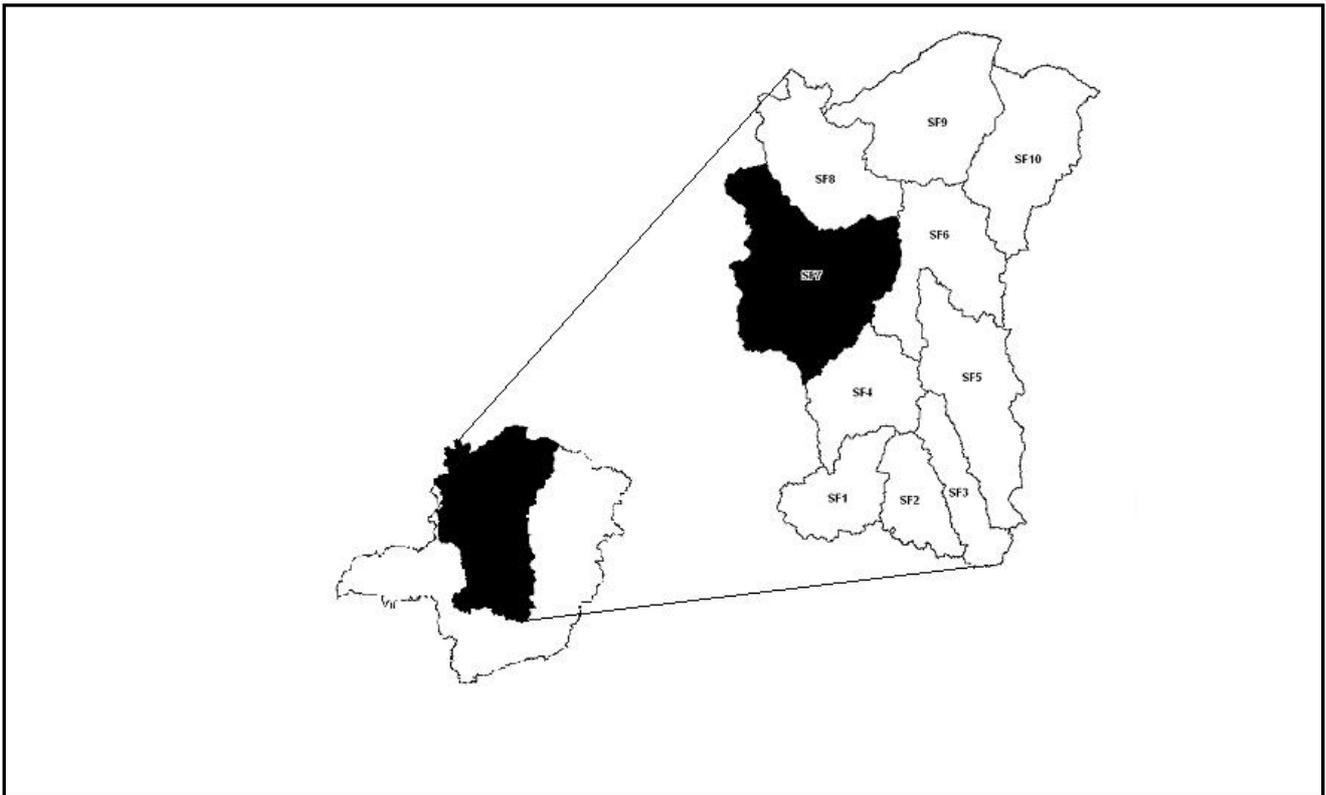


Figura 3: Localização da Bacia do Rio Paracatu no contexto da Bacia do Rio São Francisco. Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH's).

Tabela 1: Municípios mineiros da bacia do rio Paracatu.

Municípios da Bacia	Área Total do Município (km ²)	Área do Município na Bacia (km ²)	Participação do Município na Área Total da Bacia (%)	Participação da Bacia na Área Total do Município (%)
Bonfinópolis de Minas	1.795,10	157,94	0,4	8,8
Brasilândia de Minas	2.520,87	2.520,87	6,1	100,0
Buritzeiro	7.253,26	3.178,37	7,7	43,8
Cabeceira Grande	1.035,12	1.035,12	2,5	100,0
Dom Bosco	817,7	817,7	2,0	100,0
Guarda Mor	2.069,58	1.161,07	2,8	56,1
João Pinheiro	10.745,18	10.745,18	25,9	100,0
Lagamar	1.478,27	1.151,81	2,8	77,9
Lagoa Grande	1.240,48	1.240,48	3,0	100,0
Natalândia	472,85	472,85	1,1	100,0
Paracatu	8.255,81	6.356,04	15,3	76,0
Patos de Minas	3.197,26	78,64	0,2	2,5
Presidente Olegário	3.529,36	2.998,54	7,2	85,0
Santa Fé de Minas	2.923,38	2.237,12	5,4	76,5
Unai	8.468,26	5.445,53	13,1	64,3
Vazante	1.914,97	1.914,97	4,6	100,0
Total	57.717,45	41.512,23	100	---

Fonte: Geominas/IGAM/2005

2.2 – Processo de Ocupação

A região noroeste de Minas é de ocupação antiga, sendo a mineração e a pecuária as principais atividades responsáveis pelo início do povoamento na região. A descoberta do ouro no estado de Goiás atraiu migrantes de várias partes do país, o que propiciou uma incipiente ocupação em pontos estratégicos na bacia do Paracatu, que eram caracterizados como pontos de passagem e apoio aos migrantes exploratórios. Essas pequenas concentrações humanas, mesmo que esparsas, foram as responsáveis pelo início da divisão de grandes extensões de terras e, conseqüentemente, pelo desenvolvimento da pecuária na região. Por conseguinte, as fazendas de criação de gado deram origem a pequenos povoados, sendo que alguns deles se transformaram posteriormente em núcleos urbanos.

A partir da década de 60, com a transferência da capital federal para o centro-oeste brasileiro, a região passa a apresentar uma ocupação populacional maior, minimizando o isolamento geográfico anteriormente existente na região e direcionando fluxos populacionais e econômicos. A abertura da BR-040, acoplada a um sistema de rodovias troncais, foi fundamental no processo de desenvolvimento da região.

3 – CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO

3.1 – Clima

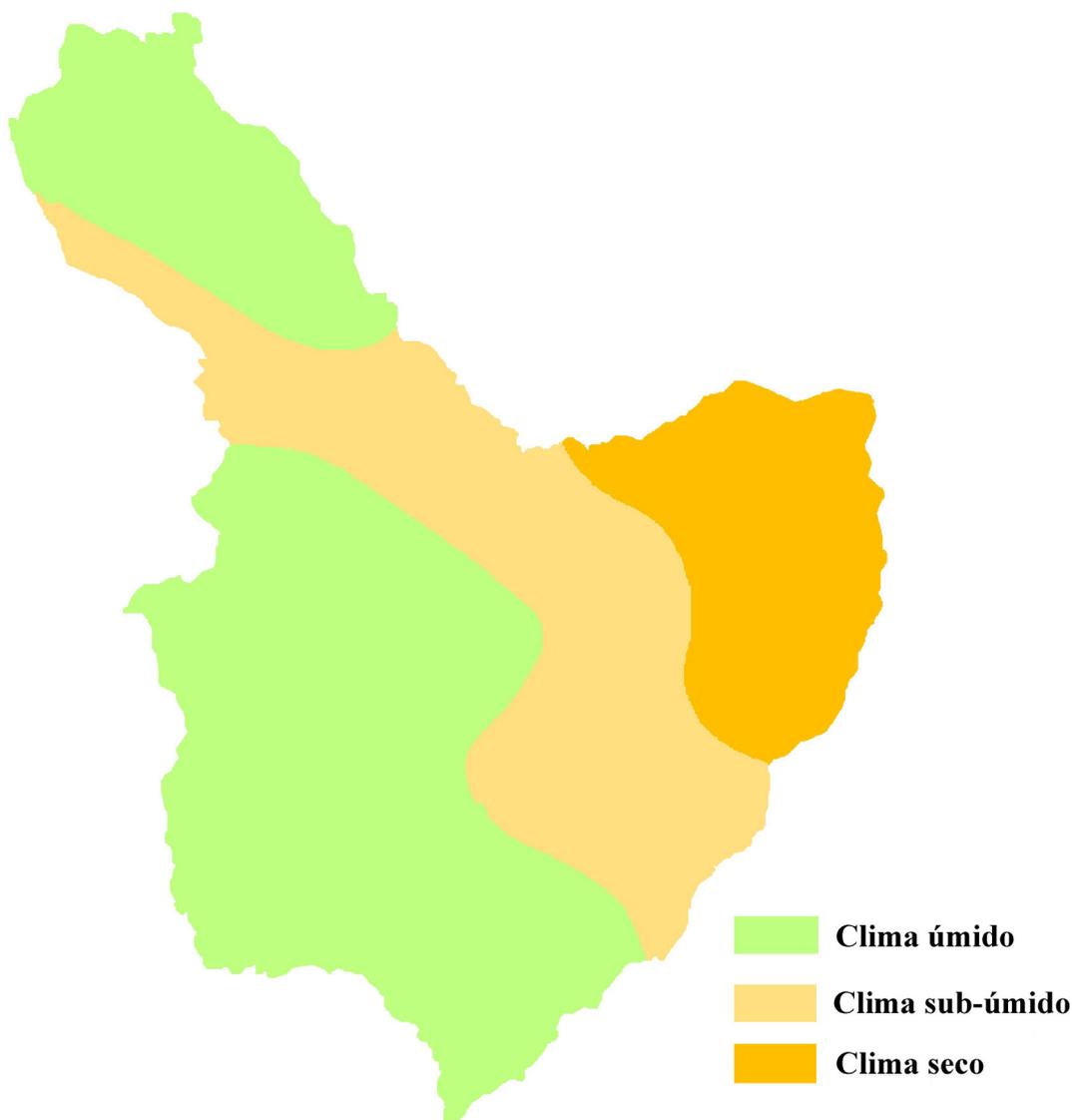
A bacia hidrográfica do rio Paracatu apresenta um clima megatérmico chuvoso do tipo Aw. Trata-se de um clima tropical chuvoso típico, com temperaturas elevadas e chuvas concentradas no período de outubro a abril, quando chove cerca de 93% do total anual. A ocorrência de chuvas na estação seca é mínima e a temperatura é amena, sendo que a mínima média mensal gira em torno dos 18°C ou mais.

O regime pluviométrico é resultado da influência do anticiclone semifixo do Atlântico Sul, da massa de ar tropical continental e das correntes perturbadas de oeste. Estas últimas influenciam na distribuição espacial dos totais anuais de chuva, que decrescem de 1.600 mm para 1.000 mm no sentido predominante de oeste para leste, como mostra a Figura 4. A média na bacia é da ordem de 1.340 mm.

De acordo com o PLANPAR (1996), as precipitações médias anuais nas sub-bacias são:

- Sub-bacia do rio Preto – 1.336,8 mm
- Sub-bacia do rio Entre-Ribeiros – 1.452,6 mm
- Sub-bacia do rio Escuro – 1.419,6 mm
- Sub-bacia do rio da Prata – 1.467,6 mm
- Sub-bacia do rio do Sono – 1.299,7 mm

As temperaturas médias anuais na bacia variam entre 21°C e 24°C, sendo que os valores mais elevados ocorrem com maior frequência na parte leste da bacia, especificamente nas áreas de depressão do relevo. As temperaturas máximas ocorrem geralmente no mês de setembro e seu valor médio varia em torno de 28,3°C a 31,7°C. As mínimas ocorrem no mês de julho, com média variando entre 11,8°C e 13,4°C. A umidade relativa do ar sofre grandes alterações nas estações de verão e inverno, sendo que costuma oscilar entre 80% e 50%, respectivamente.



Fonte: PLANPAR/1996

Figura 4: Características do clima da bacia do rio Paracatu.

3.2 – Hidrografia

A bacia do rio Paracatu está localizada na região do Alto-Médio São Francisco, desaguando neste rio na localidade de Cachoeira da Manteiga, entre as cidades de

Pirapora e São Romão. Toda a bacia abrange uma área de 45.600 km², sendo que a parte mineira detém 92% dessa área, ou seja, aproximadamente 41.600 km². A nascente do Paracatu localiza-se próxima ao Povoado de Almas, município de Lagamar (região sul da bacia), numa altitude de 950 m.

“Desenvolve-se no sentido norte-sul até a confluência com o rio da Prata, onde desvia para a direção nordeste, seguindo assim até a confluência do rio Preto; toma daí a direção este-sudeste até a jusante da vila de Caatinga, retomando então a direção nordeste até a confluência com o rio São Francisco, onde chega numa cota em torno de 466 m” PLANPAR (1996).

Da nascente até a foz, o Paracatu tem uma extensão total de 485 km de comprimento, e pode ser dividido nos trechos alto, médio e baixo, conforme Figura 5.

O alto Paracatu compreende o trecho desde sua nascente até a confluência com o rio da Prata, excluindo a mesma. O comprimento desse trecho é de 133 km e tem como áreas de drenagem as sub-bacias dos rios Santa Catarina, Escuro e do próprio Paracatu, totalizando 8.250 km². O principal tributário (m³/s) nesse trecho é o rio Escuro.

A região do médio Paracatu é a que compreende a maior área de drenagem, ou seja, 21.890 km², abrangendo, principalmente, as sub-bacias do córrego Rico, ribeirão Entre-Ribeiros, rio da Prata, rio Verde e rio Preto. O trecho médio, com 172 km de extensão, vai desde a confluência com o rio da Prata até o cruzamento com a MG 181, na entrada da cidade de Brasilândia de Minas. Os principais tributários desse trecho são o rio Preto, o rio da Prata e o ribeirão Entre-Ribeiros (Tabela 2).

O trecho do baixo Paracatu vai desde a MG 181 até a sua foz com o rio São Francisco, numa extensão de 180 km. A área de drenagem compreende 15.485 km², abrangendo, principalmente, as sub-bacias do rio do Sono e ribeirão Santa Fé. O rio do Sono é o maior tributário desse trecho.

Tabela 2: Principais afluentes do rio Paracatu.

Curso D'água	Comprimento (km)	Área (km ²)
Rio Escuro	139	4.384
Rio da Prata	201	3.832
Rio do Sono	204	5.873
Rio Preto	378	10.459*
Ribeirão Entre-Ribeiros	163	3.899

* Estados de MG, GO e DF

Fonte: PLANPAR/1996

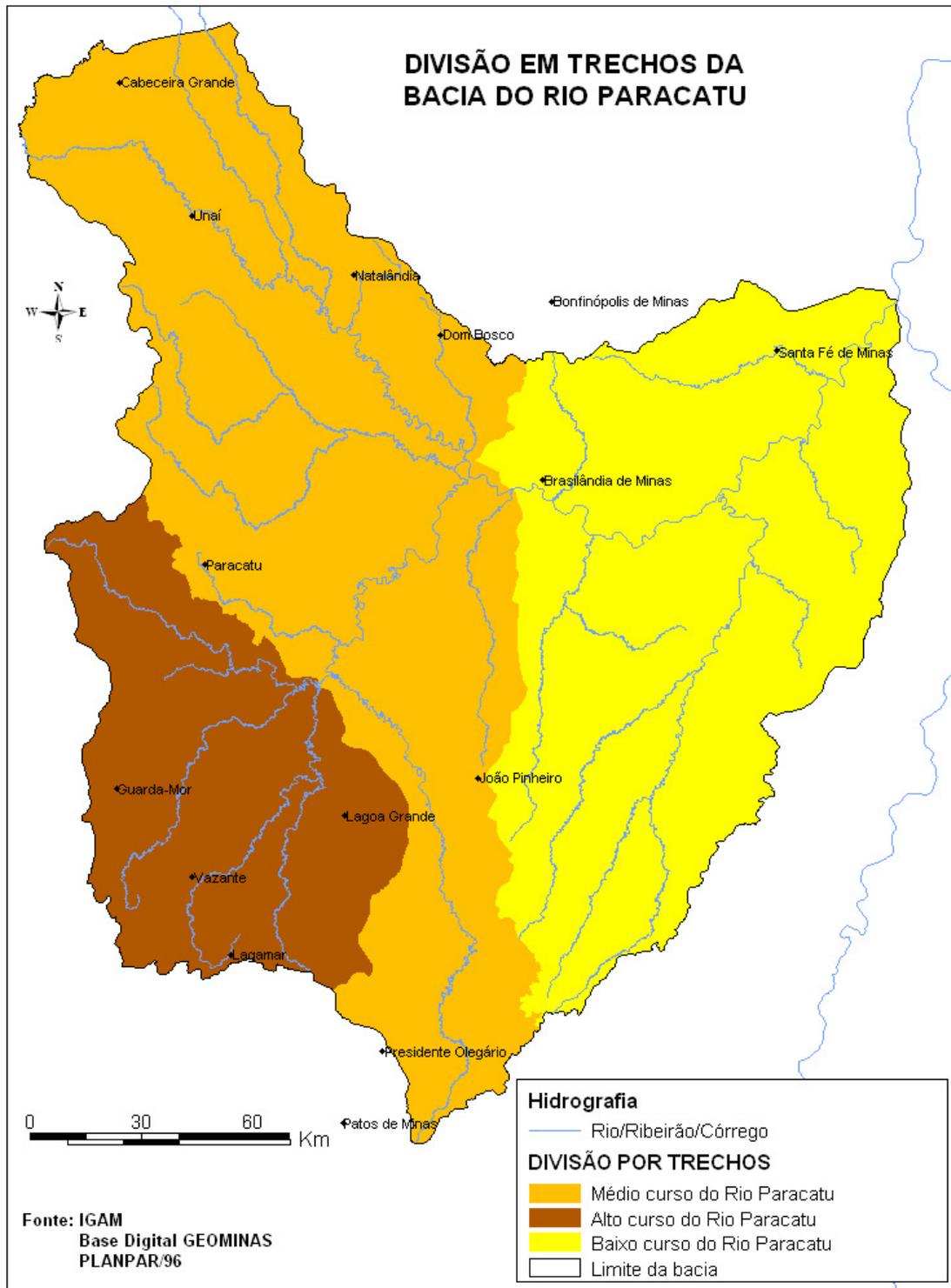


Figura 5: Divisão em trechos da bacia do rio Paracatu: Alto, Médio e Baixo.

O estudo hidrológico do regime de variação das vazões dos principais rios da bacia, realizado pelo PLANPAR (1996), confirmou que o mês de outubro marca o início do ano hidrológico na região, que é o aumento das vazões devido às primeiras chuvas da primavera. O mês de setembro marca o término do referido ano, quando as vazões atingem os seus valores mínimos. No período de vazões elevadas, que vai de novembro a abril, costumam ocorrer dois picos de cheia, preferencialmente nos meses de dezembro e março. O rio Preto é o principal contribuinte (em m³/s) do rio Paracatu.

3.3 – Hidrogeologia

Os aquíferos são formações geológicas com capacidade de acumular e transmitir água através de seu poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos. Podem ser genericamente divididos em quatro tipos, de acordo com a forma de percolação e acumulação da água no seu interior; quais sejam:

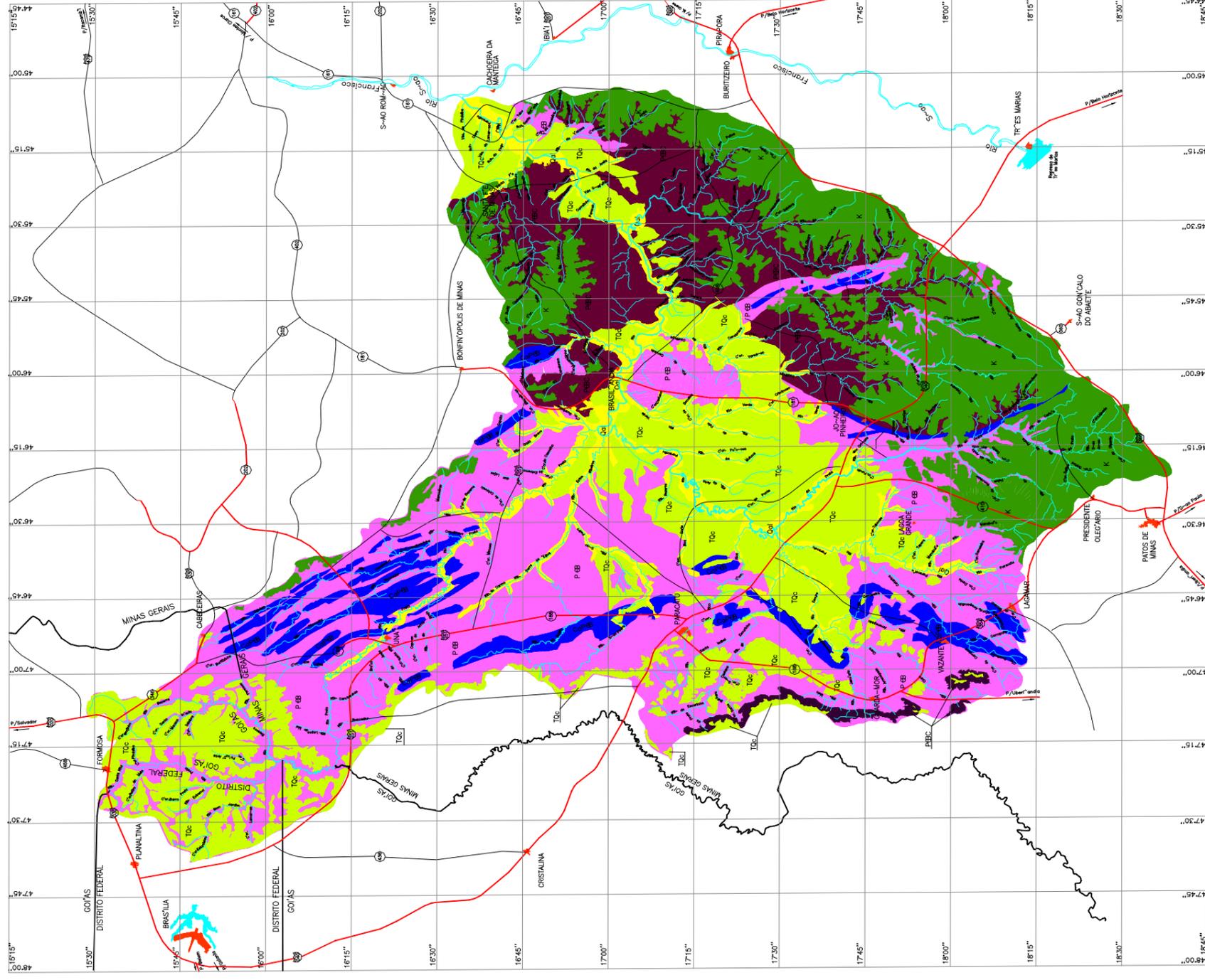
- Aquíferos granulares – constituídos por rochas sedimentares, com porosidade primária intersticial e/ou mantos de alteração (solo, regolito) provenientes do intemperismo da rocha original. Incluem os sedimentos aluviais, coberturas detríticas e manto de alteração;
- Aquíferos cársticos – desenvolvidos em ambientes de rochas carbonáticas, onde a capacidade de acumulação e circulação da água é condicionada por cavidades de dissolução; são representados pelas rochas calcárias e dolomíticas;
- Aquíferos cárstico–fissurados – correspondem aos depósitos de rochas pelíticas associadas às carbonáticas;
- Aquíferos fraturados – aqueles dependentes da atuação de mecanismos adicionais, ou secundários, desenvolvidos a partir de estruturas de deformação, originando as fendas (fraturas) por onde se dá a circulação e o armazenamento da água subterrânea.

Na bacia do rio Paracatu ocorrem todos os sistemas aquíferos mencionados acima, que podem ser, ainda, sub-agrupados em função das unidades geológicas. As relações entre os sistemas e as unidades geológicas associadas, assim como os tipos de rochas dominantes na bacia do rio Paracatu, constam na Tabela 3. A distribuição destes sistemas na bacia é apresentada na Figura 6.

A ocorrência, distribuição e principais características litológicas e estruturais de cada sistema são descritas a seguir.

Sistemas Aquíferos	Ocorrência da área total da bacia	Litologia Predominante e Unidades Geológicas Associadas
GRANULAR	41,3 %	
Aquíferos quaternários	(5,4 %)	Depósitos aluviais(Qal) - areias, siltes, argilas e cascalhos.
Aquíf. terciário/quaternários	(25,9 %)	Coluviões e coberturas detríticas - areias finas a médias com argilas, às vezes lateritizadas, e cascalheiras (TQc).
Aquíferos cretácicos	(10%)	Fm. Mata da Corda, Fm. Urucuia e Fm. Areado - arenitos predominantemente finos; secundariamente conglomerados; argilitos e siltitos intercalados e tufitos (K).
CÁRSTICO	6,7 %	Fm. Paraopeba do Gp. Bambuí - facies carbonatada calcários e dolomitos, com intercalações argilosas (CaPeB).
CÁRSTICO-FISSURADO	33,6 %	Fm. Paraopeba do Gp. Bambuí - facies argilo-carbonatada a pelítica (ardósias, meta-argilitos, meta-siltitos e margas, com intercalações de rochas carbonáticas) (PeB).
FISSURADO	18,4 %	Rochas do Gp. Canastra - quartzitos e xistos Fm. Paranoá (filitos e quartzitos grosseiros inter-estratificados); Fm Três Marias (arcósios predominantemente) (PeC).

Tabela 3 – Sistemas aquíferos da bacia do rio Paracatu.



LEGENDA	
AQUÍFEROS GRANULARES	
Oai	AQUÍFEROS QUATERNÁRIOS, constituídos por depósitos aluviais de areias, siltes, argilas e cascalhos, com espessura média de 5 a 10 metros. Aquíferos livres, com espessura variando de 5 a 10 metros. Aquíferos livres, ocorrem geralmente de forma descontínua, com espessura média de 5 a 10 metros. São caracterizados por serem constituídos por areias e cascalhos, com espessura média de 5 a 10 metros, e são constituídos por depósitos aluviais de areias, siltes, argilas e cascalhos, com espessura média de 5 a 10 metros.
T0c	AQUÍFEROS TERCIÁRIO-QUATERNÁRIOS, constituídos por colúmbioses finos a médios em geral não consolidados, de espessura média de 5 a 10 metros. Aquíferos livres, ocorrem geralmente de forma descontínua, com espessura média de 5 a 10 metros. São caracterizados por serem constituídos por areias e cascalhos, com espessura média de 5 a 10 metros.
P-B	AQUÍFEROS CRETÁCIOS, representados pelas Formações Mata da Formosa, São João del-Rei e São João del-Rei. São constituídos por arenitos, argilitos e siltes intercalados e lútilos. Aquíferos livres, ou semi-confinados, com espessura média de 5 a 10 metros.
SISTEMAS AQUÍFEROS CARSTICOS E FISSURADOS	
C-ES	AQUÍFEROS CARSTICOS, representados pela Formação Parapetropolis, São João del-Rei e São João del-Rei. São constituídos por calcários e dolomíticos, fracamente metamorfizados, com intercalações argilosas. Aquíferos livres a semi-confinados.
P-B	AQUÍFEROS CARSTICO-FISSURADOS, representados pela Formação São João del-Rei, São João del-Rei e São João del-Rei. São constituídos por calcários e dolomíticos, fracamente metamorfizados, com intercalações argilosas. Aquíferos livres a semi-confinados.
F	AQUÍFEROS FISSURADOS, representados pela Formação Tr. as Marias (Caldas) (representado pelo Fm. São João del-Rei) e por rochas do Grupo Cambuí (quartzitos e gnaiss) do Grupo Bambuí. Aquíferos livres a semi-confinados.

COMENTÁRIOS

RODEIA Federal Estadual

Revestimento Primário

Limite Estadual

0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Escala Gráfica

BASE: Mapa Rodoviário do Estado de Minas Gerais - DEV/MG, 1995

Base geográfica obtida através de medições de mapas topográficos em escala 1:100.000. Geologia com base nos folhos S3,2,3-Brasília (DNPM, 1978) do carta geológica do Brasil em escala 1:100.000 e a escala 1:500.000 do Projeto Planocoste II (CETEC-AM), com modificações.

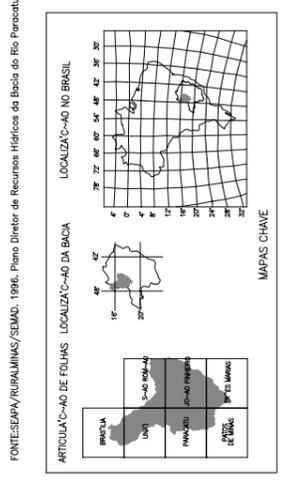


Figura 6: Distribuição dos Sistemas Aquíferos na Bacia do Rio Paracatu

3.3.1 – Aquíferos Granulares

Aquíferos onde a água subterrânea preenche os poros ou interstícios da rocha; são representados pelas rochas sedimentares detríticas do Cretáceo (K), por coluviões e coberturas detríticas do Terciário-Quaternário (TQc) e pelos depósitos aluviais recentes do Quaternário (Qal).

3.3.1.1 – Aquíferos quaternários

Unidade aquífera correspondente aos depósitos aluviais recentes, de origem fluvial, encontrados ao longo da rede de drenagem, nos canais fluviais, nas planícies de inundação e nos terraços. Sua ocorrência é generalizada ao longo dos principais cursos d'água. Contudo, por limitações de escala, apenas as manchas mais expressivas foram representadas no desenho de sistemas aquíferos.

As ocorrências mapeáveis das aluviões (Qal) na bacia do Paracatu ocupam cerca de 5,4 % da sua área total e se distribuem nas planícies de inundação do próprio vale do rio Paracatu e dos rios da Prata, Barra da Égua, Verde, da Caatinga, do Cavalo e seus afluentes. As manchas de maior expressão se encontram nas planícies ao longo do vale do rio Paracatu, desde a sua confluência com os rios Preto e Barra da Égua (Entre Ribeiros), até a confluência com o rio São Francisco.

As características litológicas e dimensionais dessa unidade aquífera são variáveis e dependentes, sobretudo, dos processos genéticos de formação dos depósitos aluviais, onde atuaram fatores como a morfologia do paleorelevo, a natureza das áreas-fonte e a velocidade e direção das correntes fluviais. Estima-se a sua espessura média em 5 m, podendo atingir 10 m ou mais, excepcionalmente, no médio e baixo curso do rio Paracatu, sendo exíguas e imprecisas as informações disponíveis.

3.3.1.2 – Aquíferos terciário-quaternários

Unidade aquífera que corresponde ao manto de alteração das rochas e aos depósitos detríticos de cobertura, formados pela deposição de materiais coluviais resultantes dos processos de sedimentação correlacionados à superfície de aplainamento do Terciário Superior.

Os mantos de alteração (saprólitos e elúvios), embora não representados no desenho de sistemas aquíferos, ocorrem de modo generalizado; a constituição e espessura deles são muito variáveis e guardam estreita relação com a natureza da rocha matriz e com as condições climáticas a que foram submetidos.

Os depósitos detríticos de cobertura (TQc) mapeados ocupam cerca de 25,9 % da área total da bacia, onde são encontrados basicamente sob duas condições distintas. No primeiro caso, ocupam mais frequentemente a borda ocidental da bacia, nas porções mais elevadas do relevo regional, entre as cotas de 800-1000 m, constituindo superfícies planas a levemente onduladas, nas formas de platôs ou pediplanos, frequentemente dissecados e limitados por escarpas resultantes de processos erosivos atuais. Esses sedimentos são litologicamente caracterizados por coberturas detríticas autóctones e

alóctones, constituídas basicamente de areias de granulção média a fina misturadas com material argiloso, às vezes lateritizadas e com horizontes de canga na base. São comuns os depósitos de cascalheiras com seixos de quartzo e quartzito e concreções ferruginosas. Normalmente, as espessuras dos depósitos não ultrapassam os 10 m, embora excepcionalmente alcancem 30 m. Essas ocorrências relacionadas a cotas elevadas se distribuem mais freqüentemente no alto curso das sub-bacias dos rios Preto, Barra da Égua, São Pedro, Santa Isabel, Escuro e Claro.

No segundo caso, os sedimentos de cobertura TQc se distribuem de modo mais contínuo e homogêneo nas faixas da depressão sanfranciscana, no médio e baixo cursos das sub-bacias dos principais rios, sob cotas que variam de 400 a 600m. Essas ocorrências recobrem, na grande maioria, as rochas pelíticas, carbonáticas e arcossianas do Grupo Bambuí, constituindo superfícies planas, com espessuras que em geral não ultrapassam os 5m. Espessuras maiores podem ser encontradas excepcionalmente, em algumas áreas da depressão entre João Pinheiro-Paracatu e nas demais extensões do TQc ao norte, ao longo dos pediplanos circunscritos ao vale do rio Paracatu até a sua confluência com o rio Preto. Sob o ponto de vista litológico, esses depósitos são pouco diferenciados, predominando os termos silto-argilosos de cores avermelhadas, e eventualmente cascalheiras e concreções ferruginosas basais e sedimentos mais arenosos e menos oxidados.

3.3.1.3 – Aquíferos cretácicos

Unidade aquífera correspondente aos arenitos cretácicos (K) das formações Areado, Mata da Corda e Urucuia. Ocupam cerca de 10 % da área total da bacia e ocorrem predominantemente na sua faixa sudeste, na região de Presidente Olegário-Chapadão dos Gerais, com ocorrência restrita na borda noroeste, no divisor de águas com a bacia do rio Urucuia.

Estes sedimentos, com espessura média estimada em 160m (0-200m) na área da bacia do Paracatu, apresentam a forma de extensos chapadões, geomorfologicamente designados de “superfícies tabulares”, muito homogêneas, conhecidas regionalmente por “gerais”. Pelo caráter litológico e geomorfológico, estas formações apresentam um comportamento hidráulico semelhante, funcionando como um único sistema aquífero.

A Formação Areado é constituída basicamente de conglomerados arenosos na base e arenitos conglomeráticos (Facies Abaeté) e de arenitos médios, de matriz síltica, espessos (até 140 m), róseos avermelhados a amarelo-esbranquiçado (Facies Três Barras), correspondendo a uma facies de maior expressão superficial na bacia. Esta formação repousa sobre as rochas do Grupo Bambuí.

A Formação Mata da Corda é constituída de vulcanoclásticos (lavas e tufitos), além de conglomerados e brechas piroclásticas em avançado grau de alteração (Facies Patos), com espessuras de até 100 m, além de conglomerados esverdeados e arenitos cineríticos de tonalidade rósea, vidro vulcânico e pelotas de argila, apresentando matriz argilo-calcífera e estratificações cruzadas.

A Formação Urucuia constitui-se na formação superior da seqüência mesozóica, sobrejacente à Formação Areado. É representada por uma seqüência essencialmente

arenosa, sub-horizontal, com uma espessura máxima em torno de 300 metros observada na Serra das Araras, ao norte, fora da área da bacia do rio Paracatu. Na área da bacia, esta unidade ocorre principalmente no Chapadão dos Gerais, nas nascentes do Ribeirão das Gaitas, do Córrego das Almas, Ribeirão Jucurutu e Ribeirão da Onça, todos afluentes do Rio do Sono em sua margem direita; e, ao norte-noroeste, nos divisores de águas com a bacia do rio Urucuia.

3.3.2 – Aquíferos Cársticos

Esta unidade aquífera (CaPεB) encontra-se representada com uma distribuição de cerca de 6,7 % da área total da bacia do Paracatu. É distinguida pelas rochas da Formação Paraopeba: facies carbonática, do Grupo Bambuí, constituídas pela predominância de calcários silicosos, oolíticos e psolíticos, e calcários dolomíticos, compactos e com baixo grau de metamorfismo.

São rochas-reservatório cuja porosidade e permeabilidade dependem, sobretudo, do grau de fraturamento e do desenvolvimento das cavidades e aberturas causadas pela dissolução dos carbonatos. Por apresentarem vazios de dissolução muito irregulares e aleatórios, freqüentemente possuem permeabilidades secundárias muito variáveis de local a local.

Essa unidade aquífera encontra-se predominantemente distribuída sob uma estreita faixa na porção ocidental da bacia, geralmente associada a forte tectonismo, com importantes estruturas de falhamentos de empurrão nas regiões de Lagamar-Vazante-Paracatu e João Pinheiro na sub-bacia do rio da Prata, bem como associada às estruturas de dobramentos e falhas da região a norte-nordeste de Unai.

Embora pouco conhecida e estudada na bacia do Paracatu, esta unidade aquífera pode apresentar potencial hidrogeológico elevado, dadas as suas características litológicas, estruturais e de posicionamento estratigráfico subjacente aos aquíferos granulares, propícias à infiltração e à percolação de águas subterrâneas.

3.3.3 – Aquíferos Cárstico-Fissurados

Constitui uma unidade aquífera com ampla distribuição na bacia, representada pelas rochas da Formação Paraopeba: facies argilo-carbonatada a pelítica que correspondem a ardósias, meta-argilitos, meta-siltitos e margas, com freqüentes interdigitações de lentes carbonáticas (PεB). Sua área de afloramento corresponde a cerca de 34 % da área total da bacia do Paracatu.

Dentro dessa unidade ocorrem freqüentes variações faciológicas, por vezes muito locais, responsáveis por uma grande complexidade litológica relacionada ao paleoambiente de sedimentação. Na borda ocidental, predominam os termos faciológicos argilo-carbonatados constituídos de siltitos calcíferos, ardósias de cor cinza escura, ardósias calcíferas, turbiditos de cor avermelhada e calcários cinzas. Na parte central, predominam as facies pelíticas, basicamente constituídas de siltitos ardosianos, ardósias vermelhas e verdes, siltitos argilosos e calcíferos (margas) e diversas lentes de calcário de cor cinza ou creme, atingindo até 5 m de espessura com delgadas lâminas de ardósia.

O potencial hidrogeológico desta unidade depende do grau de fraturamento e desenvolvimento das cavidades e aberturas de dissolução dos carbonatos. Por se tratar de um meio de grande complexidade litológica e geométrica, pode apresentar características e potencialidades ora de carácter cárstico, ora de carácter fissural, ora de carácter misto de um meio fissurado e cárstico.

Em termos comparativos, esta unidade aquífera apresenta maior potencial hidrogeológico na porção ocidental da bacia, onde os registros de forte tectonismo e as ocorrências de litologias de natureza carbonática melhor favorecem a circulação de águas subterrâneas. Ademais, o posicionamento estratigráfico da Formação Paraopeba, nas faixas onde a mesma se encontra subjacente aos sedimentos de cobertura cretácica e terciária-quadernária, favorece os aportes oriundos das infiltrações de águas pluviais destes aquíferos granulares sotopostos.

3.3.4 – Aquíferos Fissurados

Os aquíferos puramente fissurados são representados na bacia pelas rochas metamórficas do Grupo Canastra, do Pré-Cambriano Médio, e pelas rochas quartzíticas da Formação Paranoá e rochas arcossianas da Formação Três Marias, do Grupo Bambuí, do Pré-Cambriano Superior. Esta unidade aquífera (P&BC) encontra-se representada no desenho de sistemas aquíferos segundo uma distribuição superficial que corresponde a cerca de 18 % da área total da bacia do Paracatu.

As rochas metamórficas do Grupo Canastra têm ocorrência bastante restrita na borda ocidental sul da bacia, e são representadas por quartzo-xistos constituídos de intercalações laminares de quartzito e xisto de cor cinza e por quartzitos cataclásticos e xistos grafitosos, plaqueados, de coloração prateada. Caracteriza-se estruturalmente por intensos dobramentos em estilo assimétrico e pelo conjunto de falhas de cavalgamento com estilo de escamas imbricadas, e inversões estratigráficas.

As rochas da Formação Paranoá, igualmente de ocorrência restrita, afloram à superfície sob uma estreita faixa a noroeste, na região de Unai, no alto-médio curso do rio Preto, apresentando rochas quartzo-areníticas de granulação média a grosseira, intensamente dobradas, ocupando núcleos de anticlinais, sob a forma de “janelas de erosão”, em áreas de ocorrência da Formação Paraopeba, restringindo-se a cristas de algumas serras. Outra estreita faixa de ocorrência, mais para norte, próxima ao divisor de águas com a bacia do rio Urucuia, está associada à falhas de empurrão, alçando os estratos da Formação Paranoá por sobre as rochas da Formação Paraopeba. Os limites estratigráficos inferiores não afloram, desconhecendo-se a sua espessura na área da bacia do Paracatu.

As rochas da Formação Três Marias, de maior expressão geográfica relativa a este sistema aquífero, constituem o topo da seqüência estratigráfica do Grupo Bambuí e possuem uma área aflorante correspondente a cerca de 17% da área total da bacia. Do ponto de vista litológico a Formação Três Marias apresenta-se regionalmente como uma sucessão de mais de 400 m de sedimentos imaturos, onde predominam arcósios finos a médios, de cor cinza-esverdeada com intercalações finas, decimétricas, de siltitos feldspáticos. Via de regra, o produto de intemperismo destas rochas apresenta estruturas de esfoliação esferoidal com o desenvolvimento de matacões.

Os aquíferos fissurados (P&BC) se caracterizam por apresentar permeabilidade de fissuras e diáclases. Em geral, a capacidade destas rochas de armazenar água e permitir apreciável circulação depende da extensão, continuidade e interligação dos fraturamentos, bem como da abertura ou volume de vazios causados por estas estruturas. As possibilidades de infiltração direta de água nestas rochas-reservatórios a partir das águas pluviais são reduzidas, dado que as descontinuidades de fraturas constituem feições relativamente localizadas. A alimentação dos aquíferos pode se verificar principalmente nas zonas de coincidência ou de superposição entre as fraturas e a rede de drenagem, ou por filtrações verticais descendentes através do manto de alteração ou dos aquíferos sobrejacentes de cobertura cretácica (K) e terciária-quadernária (TQc).

3.4 – Geologia e Recursos Minerais

A bacia hidrográfica do rio Paracatu apresenta sua geologia constituída por rochas pré-cambrianas e por uma seqüência de depósitos sedimentares de idade cretácica, além de sedimentos e coberturas detríticas do terciário-quadernário. De acordo com o PLANPAR (SEAPA/Ruralminas/1996), a bacia hidrográfica apresenta, da base para o topo, as seguintes unidades geológicas:

- Formação Paracatu, composta por filitos carbonosos ou não e quartzitos; Formação Vazante, constituída por ardósias, fosforitos, quartzitos, pelitos, calcários, dolomitos, cherts, conglomerados; e Grupo Canastra, constituído por quartzitos, filitos e xistos. Todas estas unidades são do Proterozóico Médio. Encontram-se na porção ocidental da bacia.
- Grupo Bambuí, representado pela Formação Três Marias (arcósios e pelitos) e Subgrupo Paraopeba (siltitos, calcários, pelitos, dolomitos e verdetes), ambos do Proterozóico Superior. Aflora principalmente na região centro-sul da área.
- Grupo Santa Fé, constituído por diamictitos e arenitos do Permacarbonífero; Grupo Areado, composto por arenitos, conglomerados, pelitos, calcretes e chert do Cretácio Inferior; Formação Capacete, do Grupo Mata da Corda, constituída por arenitos cineríticos do Cretáceo Superior. Distribuem-se na porção oriental da bacia;
- Coberturas detrítico-lateríticas, detríticas e eluvionares terciárias; e depósitos coluvionares, aluvionares e de terraços cenozóicos. Predominam na região central da bacia e ao longo das calhas dos rios Paracatu e Preto.

Quanto às características estruturais, a bacia caracteriza-se por uma região central de plataforma estável, apresentando zonas de deformações marginais em seus limites leste e oeste. A plataforma refere-se a uma área cratônica, onde as rochas pré-cambrianas, do tipo sub-horizontais, não apresentam registros de metamorfismo. Em poucos locais, essas rochas demonstram reativações de falhamentos do embasamento cristalino, destacando a zona de falha do rio Santo Antônio (afluente do rio do Sono). As zonas de deformações marginais são constituídas por dobras e falhas inversas, apresentando planos quase paralelos aos limites sul e oeste do Craton São Francisco.

As ocorrências minerais são de grande importância para a economia da região. As concentrações localizam-se, principalmente, nas regiões sudoeste e oeste, abrangendo, principalmente, os municípios de Unaí, Paracatu e Vazante. Os três municípios são reconhecidos como a subprovincia Vazante-Paracatu-Unaí, onde ocorrem mineralizações de zinco, com cádmio e chumbo associados. Somente a mina de Vazante, maior jazida brasileira de minério de zinco, tem uma produção de 290 toneladas/ano de concentrado silicatado. Também ocorrem na bacia as mineralizações de ouro, diamante, quartzo, fosfato, tufo, calcário e dolomito. A produção de ouro e zinco são, economicamente, as mais importantes da bacia. A exploração de calcário e dolomito pode vir a apresentar maior importância econômica, uma vez que a região apresenta necessidade de correção de solos ácidos.

3.5 – Geomorfologia

A bacia compreende basicamente três unidades de relevo (Figura 7):

- Planaltos do São Francisco;
- Depressão Sanfranciscana;
- Cristas de Unaí.

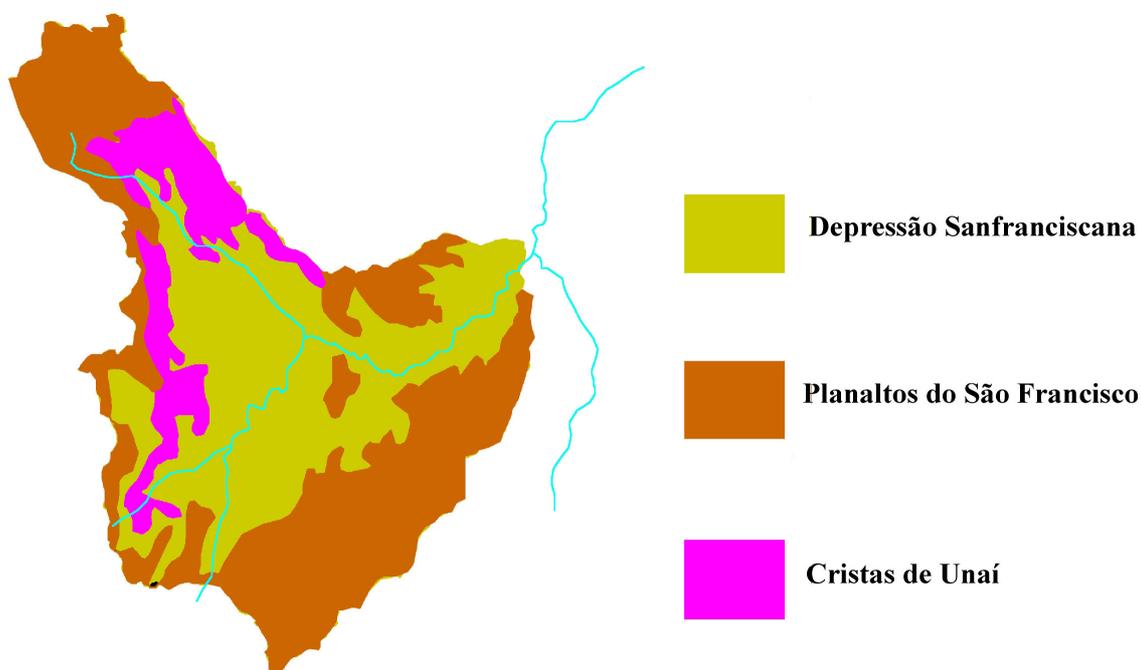
Os planaltos compreendem extensas superfícies tabulares ou chapadas, com a presença de capeamentos sedimentares e altitudes variando de 800 a 1.000 metros. Durante a fase de aplainamento ocorrida no Cretácio Superior/Terciário Inferior, estas superfícies tabulares desenvolveram-se sobre os arenitos dos Grupos Mata da Corda e Areado e da Formação Urucuaia. Tais formas se deram devido ao retrabalhamento erosivo provocadas pelo aprofundamento da drenagem. Os limites dessas superfícies apresentam escarpas bem definidas e, no interior das mesmas, ocorrem solos bastante desenvolvidos e permeáveis, com densidade de drenagem superficial pouco expressiva.

As extensas áreas compreendidas pela Depressão Sanfranciscana apresentam cotas entre 400 e 600 metros. Esta unidade abrange as áreas rebaixadas e aplainadas ao longo dos vales do rio São Francisco e de alguns de seus afluentes, como o rio Paracatu. O desenvolvimento dessas superfícies foi marcado pelo forte controle estrutural da drenagem, que, no dissecamento das formações cretácicas, atingiu o substrato composto pelas rochas carbonáticas do Grupo Bambuí. A depressão caracteriza-se por superfícies aplainadas, superfícies onduladas e sedimentos com variados aspectos litológicos.

A unidade Cristas de Unaí ocupa a porção ocidental da bacia e estende-se do município de Vazante ao município de Unaí, ocorrendo, principalmente, na bacia hidrográfica do rio Preto. São formas erosivas desenvolvidas sobre ardósias, siltitos e calcários dobrados e falhados do Grupo Bambuí. Os alinhamentos das cristas são orientados na direção NNW-SSE, intercalados por zonas rebaixadas e aplainadas. Nas áreas cársticas ocorrem sumidouros, grutas, cavernas e dolinas.

Nos planaltos e, principalmente, em suas encostas, há ocorrência de cabeceiras de drenagem conhecidas como veredas, que são feições típicas em toda a extensão da bacia

e são constituídas por vales rasos de fundo plano. Constituem exutórios das águas subterrâneas dos arenitos cretácicos.



Fonte: PLANPAR/1996

Figura 7: Distribuição das unidades geomorfológicas.

3.6 – Pedologia

Na bacia ocorrem com maior frequência solos com horizonte B latossólico (Tabela 4), sendo que, normalmente, são solos bastante desenvolvidos (mais de um metro de profundidade), mas com baixa fertilidade devido ao alto grau de intemperização. Os Latossolos, como são classificados, também apresentam boa permeabilidade e, através da aplicação de fertilizantes e corretivos, podem apresentar potencial agrícola. Das variações de latossolos, os que mais ocorrem na região são o Latossolo Vermelho Amarelo e o Latossolo Vermelho Escuro, que se desenvolvem em áreas planas ou levemente onduladas – como os planaltos – que não oferecem restrições à mecanização.

Na porção oriental da bacia, área que abrange, principalmente, as sub-bacias do rio do Sono e ribeirão Santa Fé, há predominância de Neossolos Quartzarênicos. Anteriormente à nova classificação, eram conhecidos como Areias Quartzosas. Em termos de aproveitamento agrícola, as limitações são muito fortes, o que reflete nos usos atuais dessas áreas, ou seja, os plantios são restritos às monoculturas de eucalipto, cana e pastagens. Esses solos também são excessivamente drenados e de fertilidade natural baixa.

Em locais de relevo montanhoso, encontrados principalmente na porção ocidental da bacia, ocorrem os Neossolos Litólicos e os Cambissolos. Ambos são solos pouco

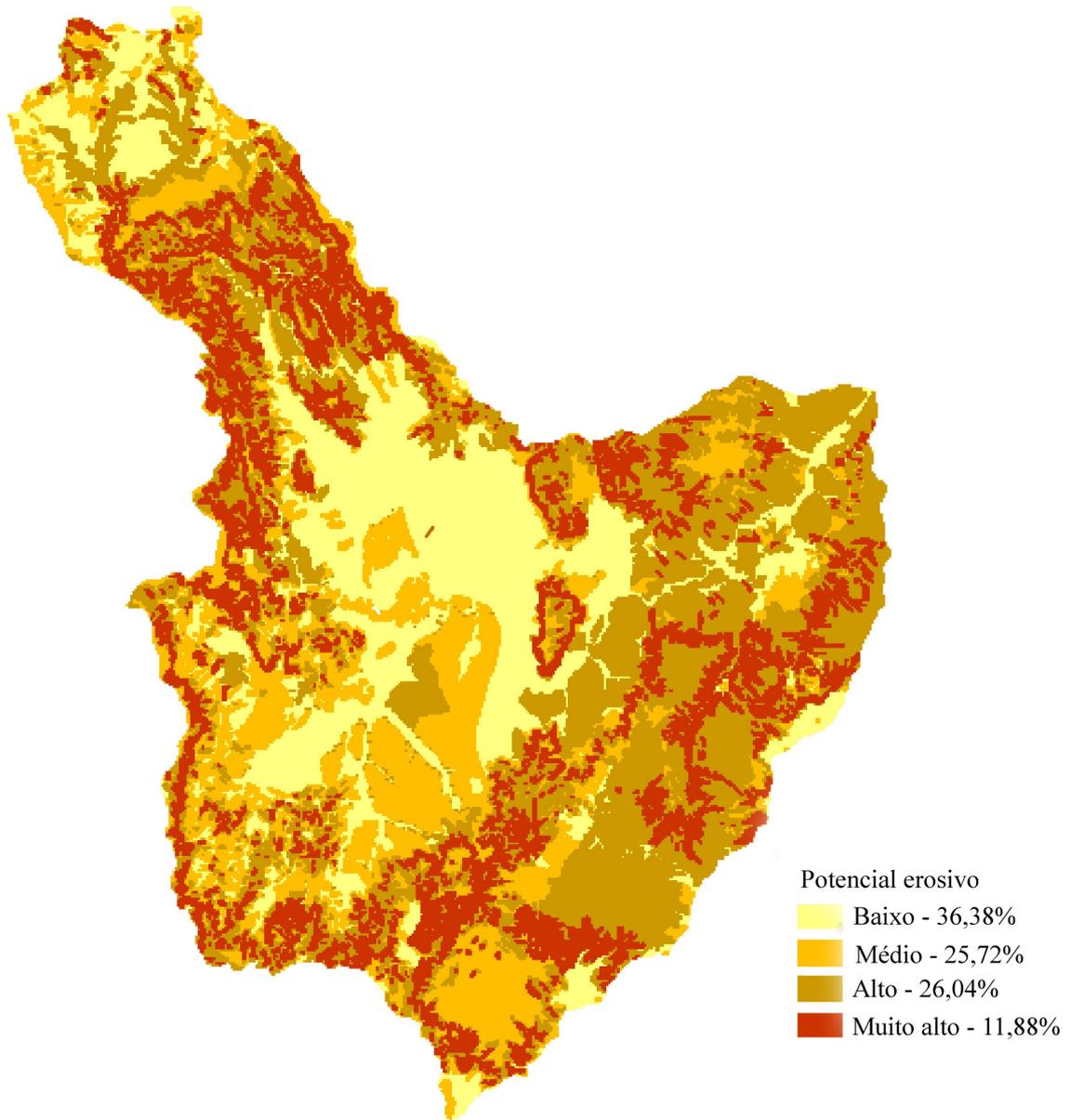
desenvolvidos, não hidromórficos e, geralmente, encontram-se associados. Não são muito indicados para a atividade agrícola, sugerindo-se a utilização dos mesmos na pecuária extensiva, no reflorestamento ou apenas servindo de substrato para a vegetação natural, o que minimiza os efeitos erosivos.

As características do solo e do relevo são fundamentais na análise da suscetibilidade erosiva de uma determinada região. No caso da bacia do Paracatu, a maior parte de sua superfície, 32,18%, foi considerada como de suscetibilidade erosiva moderada, seguida de 28,68% com risco de erosão do tipo ligeira. As áreas com maior potencial erosivo, evidenciadas na Figura 8, correspondem às escarpas íngremes dos planaltos e das Cristas de Unai.

Classes de Solos	Área ocupada (km ²)	% da bacia
Latossolos	16.059,70	35,2
Argissolos	10,36	< 0,1
Cambissolos	5.864,49	12,9
Organossolos	343,89	0,8
Neossolo Quartzarênico	6.947,64	15,2
Neossolo Flúvico	2.541,64	5,6
Neossolo Litólico	13.832,28	30,3
Total	45.600 *	100

Fonte: PLANPAR/1996

Tabela 4: Classes, área e porcentagem ocupada pelos solos na bacia do rio Paracatu.



Fonte: PLANPAR/1996

Figura 8: Suscetibilidade erosiva.

4 – CARACTERÍSTICAS DO MEIO BIÓTICO

4.1 – Cobertura Vegetal

A bacia do rio Paracatu encontra-se inserida no domínio do bioma Cerrado, mas variações de formações fitogeográficas podem ser encontradas. As principais, de acordo com PLANPAR 1996, estão descritas a seguir:

- Cerrado e Campo Cerrado: são as formações de maior abrangência na bacia. São compostas de estratos arbóreos, arbustivos e subarbustivos de densidade variável (as árvores são esparsas, sem formação de dossel). Ocorrem com maior frequência nas áreas dominadas pela unidade geomorfológica Depressão Sanfranciscana até as encostas dos planaltos, onde passa a predominar o graminoso-herbáceo (Campo Limpo);
- Cerradão: vegetação arbórea de dossel contínuo ou interrompido, com pequenas áreas de cobertura vegetal variável, porte médio-alto, com ou sem presença de emergentes. Vegetação testemunha superior a 70%. Tal formação é mais frequente na faixa sul da bacia, geralmente sobre os latossolos;
- Campo Limpo: cobertura vegetal graminóide, com rara presença de plantas lenhosas, onde a ação do fogo sobre a fisionomia é marcante, apresentando floresta margeando os canais de drenagem. Ocorre preferencialmente no topo dos planaltos e nas encostas dos mesmos;
- Mata Seca: vegetação arbórea de dossel contínuo ou interrompido, ou com pequenas áreas de cobertura vegetal de porte variável, com ou sem emergentes com mais de 50% da área despida de folhagem em período desfavorável. Ocorre preferencialmente na porção ocidental da bacia;
- Mata Ciliar ou de Galeria: são florestas que margeiam os cursos d'água ou canais de drenagem, ocorrendo principalmente em superfícies com cotas mais baixas. Em áreas de cerrado, as matas galerias são facilmente identificadas e diferenciadas das outras formações vegetais;
- Vegetação de Várzea: ocupa uma pequena parcela do território da bacia, localizando-se principalmente nas áreas de vales dos rios caudalosos. Na maioria das vezes a vegetação é composta de gramíneas e encontra-se periódica ou permanentemente inundadas;
- Veredas: são facilmente identificadas devido ao agrupamento de um estrato arbóreo típico de buritis (*Mauritia vinifera*) envolvidos por área graminosa. Ocorrem em depressões, vales e sempre rodeando e acompanhando nascentes;
- Capoeira: vegetação em processo de regeneração apresentando cobertura vegetal em diferentes estágios.

4.2 – Fauna Terrestre

Inserida na região do cerrado, a bacia do Paracatu possui fauna típica deste bioma. Segundo o tipo de habitat que as espécies frequentam, foram divididos em três os grupos faunísticos: espécies umbrófilas, heliófilas e ubíquas.

As espécies umbrófilas restringem-se às formações florestais como matas ciliares e matas secas, mas também podem ser encontradas nos cerradões e veredas. Algumas espécies têm preferência por ambientes úmidos e sombreados, onde a temperatura é amena e o clima é constante (ex: lontra, ariranha, capivara, anta, etc.). Outras espécies preferem os trechos secos de terra firme (ex: veado-mateiro, tapeti, cutia, paca, mutum, cachorro-do-mato, etc). Outras espécies podem também ser encontradas em ambientes diversos (ex: bugio, jaguatirica, onça-pintada, papagaios, macaco-prego, etc.).

A fauna heliófila apresenta inúmeras espécies de exemplares. Seus habitats são os ambientes abertos como o cerrado, campo cerrado e áreas alagadas como as veredas e brejos. Sendo comum a variação de temperatura e umidade diária nesses ambientes, também é comum encontrar animais subterrâneos e fossoriais (ex: tatus, formigas, abelhas, coruja-buraqueira, etc.), noturnos e crepusculares (ex: corujas, lobo-guará, gambás, roedores, morcegos, etc.) e espécies terrícolas (ex: ema, seriema, lobo-guará, raposa-do-campo, tamanduá-bandeira, cascavel, calangos, jaritataca, etc.).

As espécies da fauna ubíqua são representadas pelos animais de maior porte, maior mobilidade e hábitos alimentares onívoros. Utilizam as matas como refúgio e abrigo diurno ou noturno e local de nidificação. São menos dependentes de fatores ambientais. Os carnívoros, necrófagos e insetívoros são os representantes dessa fauna (ex: jaguatirica, gambá, queixada, caititu, urubu, carcará, tapeti, rato-do-chão, etc.).

Segundo o PLANPAR 1996, entre as espécies da bacia do Paracatu, merecem destaque as listadas na Tabela 5, cuja ocorrência evidencia sua importância ecológica e suscita diretrizes de conservação de áreas e espécies locais em função de:

- grau de conservação de ambientes;
- particularidade de habitats;
- importância ecológica;
- status regional/local da espécie (vulnerável e/ou ameaçada);
- necessidade de estabelecimento de estudos para manejo e conservação de áreas e espécies.

Grupo Taxonômico/Nome Vulgar	Habitat
Répteis	
Eunectes notaeus - sucuri	Habitats aquáticos formados por rios, lagoas
Caiman latirostris - jacaré do papo amarelo	
Phynops geoffroanus - cágado	
Geochelone denticulata - jaboti	marginais e veredas.
Aves	
Crypturellus undulatus - jaó	Matas
Crypturellus noctivagus - zabelê	Matas
Jabiru mycteria - jaburu	Áreas campestres e alagadas
Mycteria americana - cabeça seca	Áreas campestres e alagadas
Geranospiza caerulescens - gavião	Matas
Crax fasciolata - mutum	Matas
Penelope obscura - jacu	Matas, cerrado, cerrado
Penelope supercilisris - jacu	Matas, cerrado
Penelope ochrogaster - jacu	Matas, cerrado
Geotrygon violacea - juriti vermelha	Matas
Anodorhynchus hyacinthinus - arara azul	Cerrado, áreas campestres, veredas
Ara ararauna - canindé	Cerrado, áreas campestres, veredas
Ara nobilis - ararinha	Matas, cerrado, cerrado
Ara maracana - maritaca	Cerrado, áreas campestres, veredas
Amazona aestiva - papagaio	Matas, cerrado
Jacamaralcyon tridactyla - bico de sovela	Matas
Mamíferos	
Myrmecophaga tridactyla - tamanduá bandeira	Campos, cerrados, matas
Allouata caraya - bugio	Cerrados, matas
Chrysocyon brachiurus - lobo guará	Campos, cerrados, matas
Lutra longicaudis - lontra	Amb. aquáticos (rios com matas ciliares)
Panthera onca - onça pintada	Matas ciliares
Felis concolor - suçuarana	Cerrados, matas, campos
Tapirus terrestris - anta	Cerrados, matas, campos
Tayassu tajacu - caititu	Cerrados, matas, campos
Tayassu pecari - queixada	Cerrados, matas, campos

Fonte: PLANPAR/1996

Tabela 5: Espécies ameaçadas e de importância ecológica

4.3 – Ictiofauna e Ambientes Aquáticos

Os ambientes aquáticos presentes na bacia do rio Paracatu são constituídos pelas lagoas marginais, áreas de várzea e veredas. Quanto à diversidade e manutenção da ictiofauna, é preciso enfatizar sobre a importância das lagoas. Esses ambientes, que predominam no baixo rio Preto, médio e baixo Paracatu, apresentam notável riqueza biológica e complexidade ecológica, pois são resultantes da interação entre os ecossistemas terrestre e aquático. Vários nichos são encontrados nas lagoas, que são formados a partir da conexão temporária com os canais fluviais, pelas diferenças de profundidade das áreas alagadas, pela transição com a mata ribeirinha e pelas diferenças entre os gradientes de temperatura e luminosidade, responsáveis pela criação de microambientes. As lagoas marginais são muito importantes para a reposição dos estoques pesqueiros. A

comunicação destas lagoas com os rios também possibilita a dispersão da comunidade florística lântica na colonização de remansos e outras lagoas a jusante.

O principal estudo sobre a ictiofauna da bacia do Paracatu foi realizado para a UHE Queimados (IESA,1993), durante os estudos anteriores à implantação da mesma. Diante disso, as principais referências quanto à ictiofauna foram levantadas na região do Alto Preto, local de construção da referida UHE.

No inventário de peixes realizado, foram verificadas espécies nativas de considerável valor econômico (surubim, dourado, tabarana, pirá, pacamã, etc.) e espécies exóticas (bagre africano, tilápia, curimba e carpa). Algumas destas espécies são classificadas como de piracema ou reofílicas, sendo elas: matrinhã (*B. lundii*); pirá (*C. conirostris*), piapara (*L. dongatus*); piaus (*L. reinhardti* e *L. taeniatus*); curimba (*P. affinis*); zulega (*P. marggravii*); surubim (*P. coruscans*); dourado (*S. brasilienses*) e tabarana (*S. hilarii*).

5 – CARACTERÍSTICAS DO MEIO SÓCIOECONÔMICO

5.1 - Aspectos Demográficos

Em relação aos aspectos demográficos, pode-se dizer, primeiramente, que há um grande vazio populacional na bacia do rio Paracatu. Contudo, os dados do Censo de 2000 mostram que a densidade demográfica foi crescente na região, quando comparada à do ano de 1991 (censo anterior): de 5,08 hab/km² passou para 6,7 hab/km². Mas esses números ainda são bastante inferiores ao do estado de Minas Gerais, que é de 30,5 hab/km². Os dados da Tabela 6, relativos à densidade demográfica, sugerem que houve um crescimento populacional contínuo na região, com exceção dos municípios de Bonfinópolis de Minas, Dom Bosco, Lagamar e Santa Fé de Minas, que apresentaram índice de crescimento negativo. Destaca-se também o aumento significativo no grau de urbanização dos municípios nas três últimas décadas, que passou de 43% em 1980 para aproximadamente 80% em 2000. Apenas os municípios de Dom Bosco e Santa Fé de Minas apresentaram população rural superior à população urbana, mas, nestes casos, apresentando equilíbrio entre ambas (Tabela 7).

Municípios	Densidade Demográfica (hab/km ²)	
	1991	2000
Bonfinópolis de Minas	3,93	3,59
Brasilândia de Minas	3,68	4,55
Buritizeiro	3,37	3,57
Cabeceira Grande	5,15	5,72
Dom Bosco	5,43	4,96
Guarda Mor	2,86	3,23
João Pinheiro	3,79	3,85
Lagamar	5,50	5,22
Lagoa Grande	4,90	6,13
Natalândia	6,27	6,96
Paracatu	7,60	9,11
Presidente Olegário	4,84	5,04
Santa Fé de Minas	1,56	1,43
Unaí	8,22	8,27
Vazante	9,82	9,88

Fonte: IBGE/2000

Tabela 6: Densidade demográfica.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Municípios	1991					2000				
	Urbana		Rural		Total	Urbana		Rural		Total
	Absoluta	%	Absoluta	%		Absoluta	%	Absoluta	%	
Bonfinópolis de Minas	3.447	48,8	3.616	51,2	7.063	4.202	65,22	2.241	34,78	6.443
Brasilândia de Minas	-	-	-	-	9.282	9.212	80,29	2.261	19,71	11.473
Buritizinho	18.069	73,8	6.408	26,2	24.477	21.804	84,17	4.100	15,83	25.904
Cabeceira Grande	-	-	-	-	5.333	4.579	77,35	1.341	22,65	5.920
Dom Bosco	-	-	-	-	4.437	2.019	49,79	2.036	50,21	4.055
Guarda Mor	2.644	44,7	3.275	55,3	5.919	3.513	52,58	3.168	47,42	6.681
João Pinheiro	28.182	56,4	21.774	43,6	40.674	32.424	78,38	8.944	21,62	41.368
Lagamar	4.323	53,2	3.807	46,8	8.130	4.811	62,4	2.899	37,6	7.710
Lagoa Grande	3.666	60,4	2.407	39,6	6.073	5.480	72	2.130	28	7.610
Natalândia	-	-	-	-	2.964	2.360	71,67	933	28,33	3.293
Paracatu	49.710	79,2	13.064	20,8	62.774	63.014	83,78	12.202	16,22	75.216
Presidente Olegário	8.734	51,2	8.338	48,8	17.072	11.099	62,42	6.682	37,58	17.781
Santa Fé de Minas	1.273	27,8	3.300	72,2	4.573	1.967	47	2.225	53	4.192
Unai	42.934	61,7	26.678	38,3	69.612	55.549	79,32	14.484	20,68	70.033
Vazante	13.364	71,1	5.435	28,9	18.799	14.928	79	4.000	21	18.928
Total	-	-	-	-	287.182	236.961	-	69.646	-	306.607

Fonte: IBGE/2000

Tabela 7: População da bacia nos anos censitários de 1991 e 2000.

Entre os anos de 1991 e 2000, conforme Tabela 8, verificou-se uma diminuição geral na taxa de mortalidade infantil e aumento da esperança de vida ao nascer em todos os municípios da bacia. Essa melhora nas taxas se deve, principalmente, à implementação de políticas públicas que possibilitaram maiores acessos da população aos serviços de saúde e saneamento. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a taxa de mortalidade infantil é definida como a frequência com que ocorrem os óbitos infantis (de crianças com menos de um ano) em uma população em relação ao número de mil nascidos vivos em determinado ano civil. Já a esperança de vida ao nascer equivale ao número médio de anos que um recém nascido esperaria viver se estivesse sujeito a uma lei de mortalidade.

Municípios	Mortalidade Infantil		Esperança de Vida	
	1991	2000	1991	2000
Bonfinópolis de Minas	32,8	22,3	66,8	72,2
Brasilândia de Minas	42,3	26,7	63,8	70,7
Buritizeiro	35,8	25,4	64,9	68,4
Cabeceira Grande	32,8	24,9	66,8	71,3
Dom Bosco	32,8	20,8	66,8	72,8
Guarda Mor	39,3	31,4	64,7	69,1
João Pinheiro	35,9	24,4	65,8	71,5
Lagamar	38,3	37,9	65,8	67,2
Lagoa Grande	42,3	39,8	63,8	66,7
Natalândia	35,5	35,2	66,8	68
Paracatu	38,5	26,7	65	70,7
Presidente Olegário	32,1	20	66,8	72,8
Santa Fé de Minas	58	53	59,6	63,3
Unaí	32,8	16	66,8	74,7
Vazante	39,3	38,2	64,7	67,1

Fonte: IBGE - Censos 1991/2000

Tabela 8: Taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) e esperança de vida ao nascer.

5.2 – Aspectos Socioeconômicos

A renda per capita média mensal dos municípios da bacia é inferior à média do estado de Minas Gerais (R\$ 276,60), com exceção apenas do município de Unaí (R\$ 343,52). Os municípios de Paracatu, Guarda-Mor e Vazante apresentam, respectivamente, o índice de renda per capita média mensal de R\$ 223,04, R\$ 224,34 e R\$ 256,98. O restante dos municípios situa-se na faixa entre R\$ 120,00 e R\$ 195,00, exceto o município de Santa fé de Minas, com índice aproximado de R\$ 90,00.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é calculado a partir de dados relacionados ao nível de educação, renda per capita e expectativa de vida. Em todos os municípios da bacia, com exceção de Unaí, o IDH apresentou valores abaixo de 0,8, classificando-os como IDH Médio. O subíndice educação foi o que mais contribuiu na qualificação final do IDH dos municípios. Já o subíndice renda per capita apresentou os piores valores, conforme se verifica na Tabela 9 a seguir.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Municípios	IDH Subíndice Educação	IDH Subíndice Longevidade	IDH Subíndice Renda	IDH Municipal
Bonfinópolis de Minas	0,838	0,787	0,636	0,754
Brasilândia de Minas	0,831	0,761	0,644	0,745
Buritizeiro	0,789	0,723	0,687	0,733
Cabeceira Grande	0,785	0,771	0,634	0,730
Dom Bosco	0,832	0,797	0,622	0,750
Guarda Mor	0,819	0,735	0,677	0,744
João Pinheiro	0,821	0,774	0,650	0,748
Lagamar	0,836	0,703	0,654	0,731
Lagoa Grande	0,817	0,694	0,652	0,721
Natalândia	0,817	0,716	0,633	0,722
Paracatu	0,844	0,761	0,675	0,760
Presidente Olegário	0,836	0,775	0,667	0,760
Santa Fé de Minas	0,714	0,638	0,513	0,622
Unai	0,86	0,829	0,748	0,812
Vazante	0,871	0,702	0,699	0,757

Fonte: Fundação João Pinheiro 2001.

Tabela 9: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) nos municípios da bacia do Paracatu.

Em relação à educação, a maioria dos municípios apresenta estabelecimentos de ensino de 1º e 2º graus (cursos profissionalizantes), sendo principalmente ofertados pelos setores públicos estadual e municipal. O ensino superior, oferecido atualmente por estabelecimentos privados, só ocorre nos municípios de João Pinheiro, Paracatu, Unai e Patos de Minas. É preciso destacar que, em todos os municípios da bacia, no período de 1991 a 2000, os dados indicam que houve uma redução no índice de analfabetismo entre os jovens de 7 a 24 anos e entre os adultos com mais de 24 anos, como mostra a Tabela 10.

Municípios	Taxa de analfabetismo (%)			
	1991		2000	
	Adultos	Jovens	Adultos	Jovens
Bonfinópolis de Minas	34,4	8,3	21,9	2,2
Brasilândia de Minas	34,5	12,5	20,0	4,0
Buritizeiro	34,6	16,1	26,8	4,4
Cabeceira Grande	34,5	13,3	27,6	5,2
Dom Bosco	27,9	9,3	19,3	2,4
Guarda Mor	23,9	10,1	15,1	3,0
João Pinheiro	29,3	11,5	20,6	4,5
Lagamar	25,4	5,4	15,5	1,9
Lagoa Grande	28,3	7,2	18,0	3,2
Natalândia	34,7	14,6	24,1	4,0
Paracatu	21,3	10,4	16,4	3,5
Presidente Olegário	23,4	9,8	14,1	2,5
Santa Fé de Minas	46,2	25,5	32,8	10,7
Unai	26,2	9,8	16,4	2,7
Vazante	21,2	5,6	13,6	2,8

Fonte: Fundação João Pinheiro-2001

Tabela 10: Taxa de analfabetismo

Municípios	Taxa de escolarização (%)*					
	Total	Por grupos de idade				
		0 a 6 anos	7 a 14 anos	15 a 17 anos	18 a 24 anos	25 anos ou mais
Bonfinópolis de Minas	36,6	36,3	98,9	79,9	35,4	6,7
Brasilândia de Minas	31,5	22,3	96,4	70,5	23,6	4,2
Buritizeiro	33,2	19,5	92,5	68,3	27,5	6,3
Cabeceira Grande	28,8	22,9	88,8	59,9	20,6	5,6
Dom Bosco	31,9	24,5	97	67	28,2	2,9
Guarda Mor	29,1	27,3	98,5	68,6	17,2	4,3
João Pinheiro	29,5	18,2	94,4	75,1	25,9	3,9
Lagamar	27,4	29,8	97,5	78,9	22,8	4,5
Lagoa Grande	28,9	27,2	95,9	65,5	20,5	4,2
Natalândia	35,2	34,6	94,4	66,4	25	9
Paracatu	33,7	29,2	96,6	79,8	26	5,9
Presidente Olegário	27,2	28	95,4	63,1	22,9	3,4
Santa Fé de Minas	30,5	28	88,7	70,2	17,1	2,5
Unai	31,6	24,1	96,5	79,9	28,5	5,7
Vazante	29,9	17,2	95,5	83,9	30,5	5,9

Fonte: IBGE/2000

Tabela 11: Taxa de escolarização por grupos de idade.

* Taxa de escolarização = percentagem dos estudantes de um grupo etário em relação ao total de pessoas de um mesmo grupo etário.

No que se refere à saúde, há insuficiência de recursos médicos e hospitalares em todos os municípios. A maioria dos atendimentos são realizados por meio do Sistema Único de Saúde (SUS), sendo encontrados centros e postos de saúde implantados em toda a região. Havendo necessidade de maiores tratamentos, a população desloca-se para as cidades com melhores infra-estruturas como, por exemplo, Paracatu, Unai, João Pinheiro, Patos de Minas e, dependendo da gravidade, Brasília/DF.

Diferente do que era vivenciado em décadas passadas, a base produtiva da economia da região e o número de pessoas ocupadas não mais se sustenta unicamente no setor agropecuário. Dos quinze municípios analisados, sete ainda dependem deste setor, mas a indústria e o setor de serviços já respondem pelo maior Produto Interno Bruto (PIB) e número de pessoas ocupadas (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12: Produto Interno Bruto a Preços Correntes (R\$) para o Ano 2000.

Municípios	Agropecuária	Indústria	Serviço	Total
Bonfinópolis de Minas	15.455	1.406	10.950	27.811
Brasilândia de Minas	9.479	4.688	14.437	28.604
Buritizeiro	21.639	2.674	38.595	62.908
Cabeceira Grande	14.812	1.057	9.073	24.942
Dom Bosco	4.120	2.053	5.621	11.794
Guarda Mor	27.459	4.219	13.721	45.399
João Pinheiro	56.971	11.452	85.737	154.160
Lagamar	11.371	20.703	13.305	45.379
Lagoa Grande	13.374	7.508	17.552	38.434
Natalândia	2.207	373	2.185	4.765
Paracatu	79.713	349.501	145.437	574.651
Presidente Olegário	51.804	24.305	25.983	102.092
Santa Fé de Minas	2.626	392	1.859	4.877
Unai	135.959	57.255	123.144	316.358
Vazante	13.230	172.490	41.340	227.060
Total	460.219	660.076	548.939	1.669.234

Fonte: Fundação João Pinheiro/2000

Tabela 13: População ocupada por setores econômicos no ano 2000.

Municípios	Setores			
	Agropecuário	Industrial	Comércio de Mercadorias	Serviços
Bonfinópolis de Minas	1.051	177	350	831
Brasilândia de Minas	1.413	695	469	1.375
Buritizeiro	3.121	958	1.018	3.028
Cabeceira Grande	1.109	237	222	648
Dom Bosco	895	99	81	335
Guarda Mor	1.703	357	345	888
João Pinheiro	4.915	2.252	2.785	5.673
Lagamar	1.403	566	315	952
Lagoa Grande	1.700	408	338	958
Natalândia	666	61	59	426
Paracatu	7.281	4.987	4.470	10.981
Presidente Olegário	4.585	799	688	1.952
Santa Fé de Minas	667	116	77	397
Unai	7.015	4.711	5.898	11.490
Vazante	2.012	1.720	965	2.741
Total	39.536	18.143	18.080	42.675

Fonte: IBGE/2000

A região, em décadas anteriores, obtinha a maior parte de sua produção agrícola por meio das lavouras temporárias, utilizando-se com frequência da agricultura de sequeiro. Atualmente, a agricultura irrigada responde pela maior produtividade e geração de riquezas deste setor, apesar de ocupar um número mais reduzido de áreas do que as lavouras temporárias. Destacam-se os municípios de Unaí, Paracatu, João Pinheiro, Presidente Olegário, Cabeceira Grande, Guarda-Mor e Brasilândia de Minas na produção agrícola irrigada. A implantação de planos e programas governamentais no setor (PLANOROESTE), principalmente na década de 80, contribuiu para impulsionar a atividade agrícola na bacia, principalmente a irrigada. Há que ressaltar, no entanto, que, embora a agricultura apareça em segundo plano no setor primário, algumas lavouras merecem destaque para a economia da região (Tabela 14): milho, soja, feijão, cana-de-açúcar, arroz, tomate, etc. A principal atividade econômica do setor primário na região é a pecuária.

Apesar do setor secundário na região apresentar um baixo dinamismo e um parque industrial pouco diversificado, na década de 90 foi o setor que mais contribuiu para a taxa de crescimento anual do PIB, ou seja, enquanto a agricultura e serviços cresceram, respectivamente, 4% e 5%, a indústria se destacou com um crescimento de 10%.

No setor terciário, o subsetor serviços é mais representativo na região do que o subsetor comércio. Relativamente à infra-estrutura de transporte, destacam-se como principais eixos rodoviários da área da bacia as BRs 040, 365, 354 e 251 e MGs 181, 202 e 188. Internamente à região, as ligações são realizadas por vias secundárias, de revestimento primário, ficando sua manutenção a cargo das prefeituras ou do estado.

No ano 2000, segundo a CEMIG, o percentual de pessoas que viviam em domicílios com energia elétrica no estado de Minas Gerais era superior a 85,38% em aproximadamente 4/5 dos municípios do estado. Na região noroeste, a maioria dos municípios foi enquadrada na faixa entre 36,44% e 85,38%, sendo que apenas os municípios de Paracatu e Vazante apresentaram, respectivamente, 94,51% e 97,61%. O município de Santa Fé de Minas foi o que apresentou o menor valor em relação ao número de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica, ou seja, aproximadamente 37%. Para toda a região noroeste do estado, em 2004, foi calculado um número de 110.802 consumidores e o consumo de 815.304 MWh/ano, principalmente para os setores industrial e rural, que são minoria entre o total de consumidores. Destacam-se como grandes consumidores de energia elétrica na região as empresas mineradoras dos municípios de Paracatu e Vazante e os grandes projetos de agricultura irrigada.

Tabela 14: Principais produtos agrícolas e produção (por tonelada)

Municípios	Produção - toneladas												
	Arroz	Feijão	Cana	Café	Milho	Soja	Sorgo	Trigo	Tomate	Mandioca	Banana 1	Laranja 2	Abacaxi
Bonfinópolis de Minas	375	6.720	-	672	24.480	12.150	1.800	-	-	-	-	-	-
Brasilândia de Minas	525	1.020	-	122	8.640	750	-	-	-	1.320	132	175	-
Buritizero	1.170	736	6.500	1.712	3.960	12.000	-	-	8.725	2.240	1.440	130	-
Cabeceira Grande	60	14.100	-	263	17.280	9.450	4.500	-	-	60	23	-	-
Dom Bosco	30	459	500	-	5.400	-	-	-	-	-	-	-	-
Guarda-Mor	1.800	4.500	3.000	540	23.100	50.000	-	-	5.695	440	244	228	-
João Pinheiro	14.295	4.950	378.560	2.245	16.000	10.080	-	-	31.110	19.040	540	987	1.142
Lagamar	1.607	760	-	15	7.068	2.324	-	-	2.975	3.600	396	805	32
Lagoa Grande	660	3.870	-	-	17.880	3.600	-	-	15.810	1.200	72	119	-
Natalândia	250	821	1.620	-	3.150	-	-	-	-	750	-	-	-
Paracatu	14.580	39.600	120.000	5.175	33.600	75.000	3.600	2.400	-	4.635	3.393	3.111	4.750
Presidente Olegário	240	3.282	64.000	2.128	90.000	40.500	1.440	960	53.805	3.000	912	1.017	800
Santa Fé de Minas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uraí	1.740	96.600	1.800	2.400	204.000	148.500	3.600	8.400	-	3.600	562	2.700	-
Vazante	435	456	9.000	-	5.400	630	-	-	-	2.700	156	300	16
Total	37.767	177.874	584.980	15.272	459.958	364.984	14.940	11.760	118.120	42.585	7.870	9.572	6.740

(1) Produção em mil frutos;
(2) Produção em mil cachos;
Fonte: IBGE/2000

5.3 – Cenário de Desenvolvimento Socioeconômico

O desenvolvimento da região noroeste é prejudicado, principalmente, pela carência de infra-estrutura energética e de um sistema de transporte eficiente que possibilite escoar toda a produção regional atual e futura. Caso não sejam feitos investimentos em melhorias, ampliações e instalações de rodovias e estradas secundárias, a produção futura na bacia estará comprometida, o que também acarretará, conseqüentemente, menores investimentos externos. O ideal seria implantar um sistema ferroviário na região. Segundo o PLANPAR/1996, “tanto o DER/MG quanto o DER/GO, afirmam que a intervenção mais significativa em termos viários prevista para a área refere-se à implantação da ferrovia ligando Pirapora a Unai, com possibilidade de extensão até Brasília”.

Em relação à carência de oferta de energia elétrica atualmente na bacia, a CEMIG, por meio do Programa de Eletrificação Rural do Noroeste de Minas Gerais, tem como objetivo implantar redes de linhas de transmissão e distribuição de energia, integradas em subestações e na hidrelétrica de Queimado, a fim de atender a demandas presentes e futuras, motivadas em função do elevado crescimento da fronteira agrícola, do crescimento da população e de metas e programas sociais como os Projetos “Luz para todos” e “Clarear”. Abaixo, seguem maiores informações retiradas, na íntegra, do referido programa elaborado pela CEMIG.

[O objetivo geral do Programa Noroeste é o de ampliar a oferta de energia elétrica na região de 150 para 300 MW e implantar a infra-estrutura necessária para garantir o fornecimento a 27.494 consumidores, sendo: 476 grandes produtores rurais, 4.077 médios produtores rurais e 17.882 pequenos produtores rurais e produtores rurais típicos. Além destes beneficiados, estão previstas 5.059 ligações em áreas urbanas. Os objetivos específicos são:

- contribuir para aumentar o PIB da região Noroeste, que representa atualmente apenas 1,9% do total do Estado de Minas Gerais;
- substituir o óleo diesel, hoje utilizado para bombeamento de água e movimentação de pivôs para irrigação, por energia elétrica gerada e distribuída pela CEMIG, bem como, facilitar o acesso dos produtores rurais aos benefícios de dispor da eletricidade em suas propriedades;
- contribuir para o aumento da produtividade das pequenas e médias empresas rurais;
- apoiar a atração de unidades agro-industriais para o Noroeste de Minas com o objetivo de elevar o valor agregado da produção agrícola regional;
- ampliar as oportunidades de emprego através do aumento da produção agropecuária, que será possível a partir da maior utilização da energia elétrica para projetos de irrigação, e de seu processamento na própria região;
- aumentar a competitividade da produção regional através da diminuição dos custos de produção com a substituição de energéticos;
- permitir melhor aproveitamento da energia produzida na usina de Queimado conectando-a ao sistema de transmissão interligado, conferindo inclusive benefícios energéticos, estabilidade, qualidade e economia ao sistema elétrico regional;
- contribuir para a viabilidade de projetos de “universalização” do acesso à energia elétrica, denominados de “Luz para todos” e “Clarear”, ação política de

desenvolvimento econômico e social, levada a cabo pelos governos Estadual e Federal.

O público alvo e setores beneficiados serão:

- grandes agricultores que, atualmente, não têm condições de cultivar o solo durante a estação seca ou utilizam pivôs movidos a óleo diesel, o que eleva, substancialmente, os seus custos de produção e reduz a competitividade de seus produtos;
- novas agroindústrias, cuja presença é efetiva na região, para que as mesmas utilizem e agreguem valor aos produtos agropecuários produzidos nos municípios do Noroeste de Minas;
- consumidores de áreas urbanas (excetuando-se iluminação pública, novos loteamentos e consumidores com carga acima de 50 kW) que serão conectados à rede elétrica, através do Projeto Clarear;
- consumidores das áreas rurais (assentamentos do INCRA, residências e estabelecimentos comerciais, pequenos produtores e postos de saúde entre outros), que serão conectados à rede através do Projeto Luz para todos.

O Programa, além da importância social, também apresenta visão estratégica para o atendimento ao crescente mercado da região Noroeste que, nos anos entre 1992 e 1999, apresentou a taxa de crescimento do PIB de 5,99% ao ano, contra 3,45% verificado nas demais regiões do estado.

Atualmente, a extração mineral e a agroindústria são as atividades responsáveis pela maior parte do consumo de energia elétrica da região. As minas de zinco da Companhia Mineira de Metais, localizadas nos municípios de Vazante e Paracatu, a de ouro da Mineração Rio Paracatu, localizada em Paracatu, e a indústria de produtos alimentícios Fuchs Agro Brasil, sediada em Brasilândia de Minas, são bons exemplos da importância de alguns dos empreendimentos instalados na região.

A maior parte dos pivôs centrais, que irrigam as culturas mais produtivas da região, utilizam óleo diesel nos motores que fazem o bombeamento e a aspersão da água. Como se trata de uma fronteira agrícola, a agroindústria do local procura a CEMIG para fazer as ligações elétricas que, infelizmente, não são atendidas por deficiência na infraestrutura do sistema elétrico regional.

Para o atendimento ao mercado de energia do Noroeste do Estado destaca-se a possibilidade de integração ao sistema elétrico regional com a Usina Hidrelétrica de Queimado. Esta integração, através da construção ou ampliação de subestações, linhas de transmissão e alimentadores em média pressão, permitirá o aumento da oferta de energia regional e a melhoria da qualidade de energia, estabilidade e redução de perdas do sistema.

Acredita-se que o desenvolvimento pleno do Programa será capaz de sustentar o aproveitamento do potencial agropecuário da região, gerar benefícios sócio-econômicos, induzir a atração de agroindústrias, dinamizar o setor de serviços, com participação no PIB regional de 32%, contra o índice de 49% verificado no Estado e, ainda, permitir a melhoria da infra-estrutura social de saúde, educação, segurança e habitação, cada vez

mais subsidiados por programas que utilizam, além de iluminação eficiente, sistemas de computação e comunicação à distância.

Projeções indicam, conforme Tabela 15, que a demanda de energia elétrica entre 2002 e 2012 expandirá a taxas anuais de 6,36%, o que representará um incremento de 85% na década.

A CEMIG apresentou à Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico o plano de obras, bem como, uma estimativa dos investimentos necessários ao atendimento do mercado identificado na região noroeste de Minas Gerais até 2007. Segundo esse planejamento:

- o mercado de cargas de irrigação na região, previsto para os próximos 10 anos, é de 116 MW, identificado através de pesquisa de campo e fotos de satélite;
- o mercado potencial levantado é considerado muito alto. Simulando o seu atendimento, verificou-se que o sistema elétrico atinge seu limite de atendimento com o patamar de carga de cerca de 350 MW em 2012.]

Tabela 15: Previsão de mercado do noroeste de Minas

<i>Ano</i>	<i>Total (MW)</i>
2003	151,6
2004	172,61
2005	218,6
2006	255,42
2007	278,33
2008	300,18
2009	316,56
2010	326,5
2011	336,81
2012	351,57

Fonte: CEMIG/2005

Atualmente, a infra-estrutura existente que atende a região resume-se a 16 sub-estações CEMIG, 4 subestações de consumidores, 154 MW de carga total e 205 MVA de capacidade instalada AT/MT. A infra-estrutura projetada para o Programa é composta por:

- [Sub-estações: construção de 3 novas subestações (Lagoa Grande, Buritis 2 e Unaí 5) e ampliação/adequação de 6 subestações existentes (Buritis 1, Queimado, Unaí 4, Unaí 3, Paracatu 1 e Riachinho);

- Linhas de Transmissão, 138 kV: construção de 162,13 km de linhas de transmissão (LT Unai 3 – Unai 5 com 50 km; LT Buritis 1 – Unai 5 com 57,3 km; e LT Buritis 1 – Buritis 2 com 55 km);
- Redes de distribuição de média tensão: a CEMIG irá implantar 1.367 km de redes de distribuição rural – RDR, utilizando nestes casos tecnologia inovadora em 34,5 kV, o que permitirá redução nos volumes da perda de energia e atendimento a localidades mais distantes dos pontos de carga.]

Tabela 16: Total de investimentos do Programa.

Investimentos	
Subestações e LTS	R\$ 76 milhões
Instalações de Média Tensão	R\$ 74 milhões
Valores Totais previstos anualmente	
2004	R\$ 6 milhões
2005	R\$ 78 milhões
2006	R\$ 55 milhões
2007	R\$ 11 milhões
Fontes de Recursos	
BID	US\$ 10 milhões
ELETROBRÁS	R\$ 26,5 milhões
Isenção de ICMS	R\$ 7,9 milhões
Recursos próprios da CEMIG	R\$ 88,6 milhões

Fonte: CEMIG/ 2005

A projeção da população da bacia do Paracatu, apresentada na Tabela 17, foi feita com base no crescimento geométrico anual registrado entre os anos 1991 e 2000, utilizando-se o mesmo índice de crescimento obtido nesse intervalo de nove anos. Dessa forma, a partir da população registrada pelo censo do ano de 2000, projetou-se o quantitativo populacional para cada município da bacia até o horizonte do ano de 2015, ou seja, dez anos. A partir da análise desses dados e admitindo-se uma taxa média anual de crescimento não muito significativa, conclui-se que as demandas de recursos hídricos, para abastecimento humano, não apresentam e não apresentarão valores significativos quando comparados aos grandes usuários, ou seja, os setores agrícola e minerário. Quanto à atividade agrícola, é preciso destacar que a disponibilidade hídrica já é fator limitante para o desenvolvimento desta atividade nas regiões do Alto rio Preto e Ribeirão Entre-Ribeiros, ou seja, onde a irrigação apresenta-se de forma concentrada. Para maiores informações quanto a cearização das demandas atuais e futuras de recursos hídricos na bacia, deve-se recorrer aos capítulos “Disponibilidades e Demandas Hídricas Superficial e Subterrânea”, ambos incluídos neste plano.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Tabela 17: Projeção da população para o período 2000 a 2015.

Municípios	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010	2015
Bonfinópolis de Minas	6.443	6.378	6.313	6.249	6.185	6.122	5.818	5.528
Brasilândia de Minas	11.473	11.746	12.026	12.313	12.606	12.906	14.519	16.333
Buritizinho	25.904	26.068	26.232	26.398	26.565	26.732	27.587	28.470
Cabeceira Grande	5.920	5.989	6.059	6.130	6.201	6.274	6.648	7.045
Dom Bosco	4.055	4.015	3.975	3.935	3.896	3.857	3.669	3.490
Guarda Mor	6.681	6.772	6.863	6.956	7.050	7.146	7.643	8.175
João Pinheiro	41.368	41.446	41.524	41.602	41.680	41.759	42.153	42.551
Lagamar	7.710	7.665	7.620	7.575	7.530	7.486	7.269	7.058
Lagoa Grande	7.610	7.803	8.001	8.204	8.413	8.626	9.778	11.084
Natalândia	3.292	3.331	3.370	3.409	3.449	3.490	3.699	3.921
Paracatu	75.216	76.742	78.300	79.889	81.510	83.165	91.953	101.670
Presidente Olegário	17.781	17.862	17.943	18.024	18.105	18.188	18.603	19.029
Santa Fé de Minas	4.192	4.152	4.112	4.072	4.033	3.994	3.806	3.626
Unai	70.216	70.283	70.351	70.418	70.486	70.554	70.893	71.234
Vazante	18.928	18.942	18.957	18.971	18.986	19.000	19.072	19.145
Total	306.789	309.193	311.644	314.145	316.697	319.299	333.112	348.360

Fonte: Censo/IBGE/2000

6 – USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

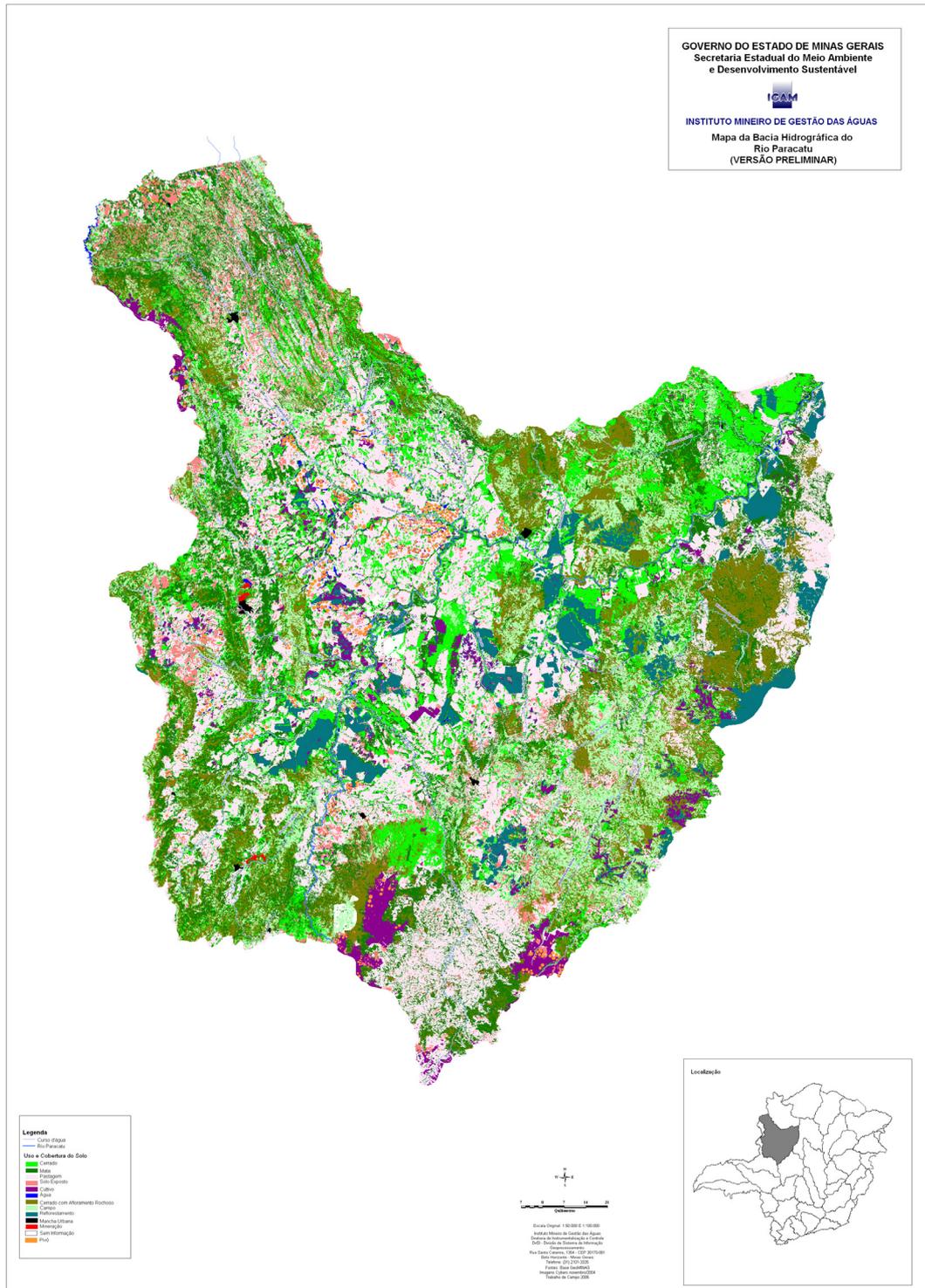


Figura 9: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia do Rio Paracatu (também em anexo 7).

6.1 – Metodologia de Elaboração do Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal

O mapeamento do uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu foi realizado a partir de técnicas de geoprocessamento, centrado, principalmente, nos usos do Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG). O procedimento metodológico adotado consiste em: (1) processamento digital das imagens de satélite, (2) tratamento dos dados cartográficos, (3) criação de um banco de dados, (4) sobreposição das informações apoiada pelo Sistema de Informação Geográfica e (5) elaboração do mapa temático.

O mapeamento do uso e cobertura do solo ocorreu em duas fases (Figura 10): a primeira baseada em técnicas de sensoriamento remoto e de informações secundárias, e a segunda, no trabalho de campo, destinado a correção e finalização do mapa temático.

6.1.1 – Dados

A aquisição dos dados utilizados para o mapeamento apoiou-se em duas fontes de informações: dados primários (relacionadas à aquisição de informações em campo) e secundários (provenientes de mapeamentos já realizados). Desta forma, utilizou-se as seguintes informações:

- Imagens de satélite CBERS do mês de outubro de 2004, correspondente à área de interesse;
- Mapa de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Paracatu – 1996;
- Atlas Digital da Flora Nativa e Reflorestamento de Minas Gerais – Inventário Florestal de Minas Gerais – IEF/UFLA – 2005;
- Pontos de controle levantados em campo – 2005;
- Limites das áreas de reflorestamento da White Martins;
- Mapas do IBGE na escala de 1:100.000.

6.1.2 – Processamento Digital de Imagens (PDI)

O PDI envolve técnicas de pré-processamento da imagem (correção geométrica e radiométrica), realce, classificação e elaboração de mapas temáticos, conforme descritas a seguir:

6.1.2.1 – Pré –Processamento Digital de Imagens

- a) Correção geométrica e radiométrica das imagens de satélite

A correção geométrica consiste na reorganização dos pixels da imagem em relação a um sistema de projeção cartográfica. Esse procedimento é realizado a partir da identificação de pontos de controle conhecidos nos mapas topográficos e que são facilmente identificados na imagem de satélite.

A interferência dos efeitos atmosféricos foi insignificante, não tendo sido necessário, portanto, nenhuma técnica de correção específica. Para a compatibilização das imagens,

foi realizado o ajustamento do histograma, a fim de realizar a normalização radiométrica, possibilitando assim, a união das mesmas em um mosaico.

b) Construção do mosaico e Recorte da área de interesse

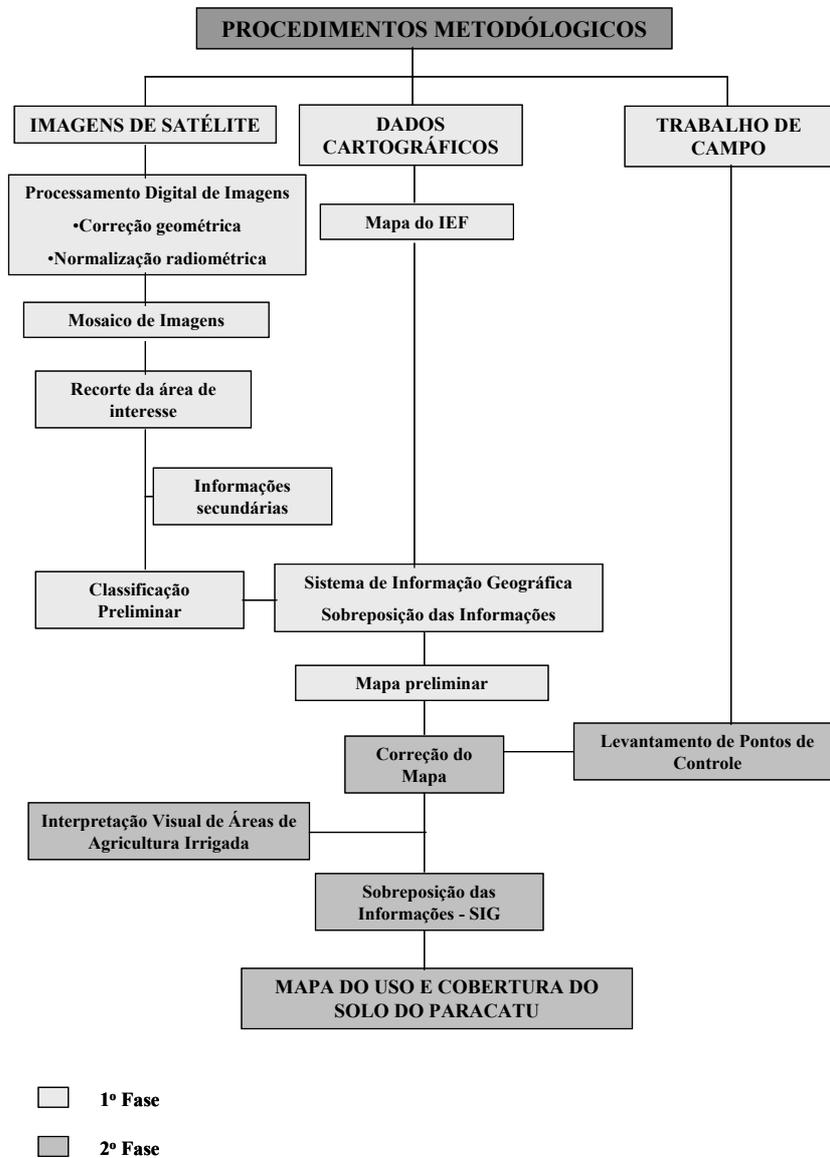


Figura 10: Procedimentos metodológicos para o mapeamento do uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.

Para a construção do mosaico, foi avaliada a forma mais adequada de disposição entre as imagens, com o objetivo de obter a melhor configuração entre as mesmas. Procurou-se eliminar, sempre que possível, as regiões com problemas na área de sobreposição, possibilitando, desta forma, uma imagem final de melhor qualidade. O recorte da área de interesse foi realizado com base no limite da bacia hidrográfica do rio Paracatu.

6.1.2.2 – Classificação Supervisionada da Imagem de Satélite

A chave de classificação é proveniente da adaptação do *Sistema de Classificação* proposto por Anderson *et al.* (1976) e do *Sistema de Classificação de Uso Atual da Terra* de Sokolonski (1999). Consiste em dois níveis de detalhamento (I e II), cuja interpretação abrange categorias do uso e cobertura do solo, sendo elas: cerrado, mata, reflorestamento, campo, pastagem, agricultura irrigada, mineração, cerrado com solo exposto e área urbana.

O método supervisionado de classificação da imagem utilizado para a determinação das classes de uso e cobertura do solo foi o de máxima verossimilhança. A delimitação das áreas de teste e treinamento baseou-se em informações de dados secundários provenientes, sobretudo, do mapa de uso e cobertura do solo do PANPLAR/96. Segundo Congalton (1991), a avaliação dos resultados obtidos é uma importante etapa do processo de mapeamento, sendo essencial para garantir a qualidade dos dados gerados, devendo ser, portanto, superior a 85%. A precisão total da classificação supervisionada da imagem da bacia hidrográfica do Paracatu foi superior à sugerida por Congalton (1991). O resultado da primeira classificação foi sobreposto às informações contidas no Atlas Digital da Flora Nativa e Reflorestamento de Minas Gerais – Inventário Florestal de Minas Gerais – IEF/UFLA (2005).

As áreas de pivô, urbana e de mineração, devido à proximidade com outras classes de resposta espectral semelhantes, foram interpretadas visualmente e incorporadas ao mapa temático com o auxílio de um sistema de informações geográficas.

6.1.2.3 – Trabalho de campo

Como o objetivo de aprimorar a classificação da imagem, foi realizado, em agosto de 2004, um trabalho de campo na área de interesse, com o intuito de coletar pontos de controle. Procurou-se abranger uma área significativa da bacia e informações de todas as classes mapeadas. A partir dos dados de campo, foram corrigidos alguns problemas de resposta espectral de classes como, por exemplo, a identificação mais precisa das áreas de cerrado com afloramento rochoso.

Após o trabalho de campo foram corrigidos todas os problemas identificados, o que resultou no mapa final de uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu que será quantificado a seguir.

6.2 – Quantificação do Uso do Solo e Cobertura Vegetal

6.2.1 – Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu

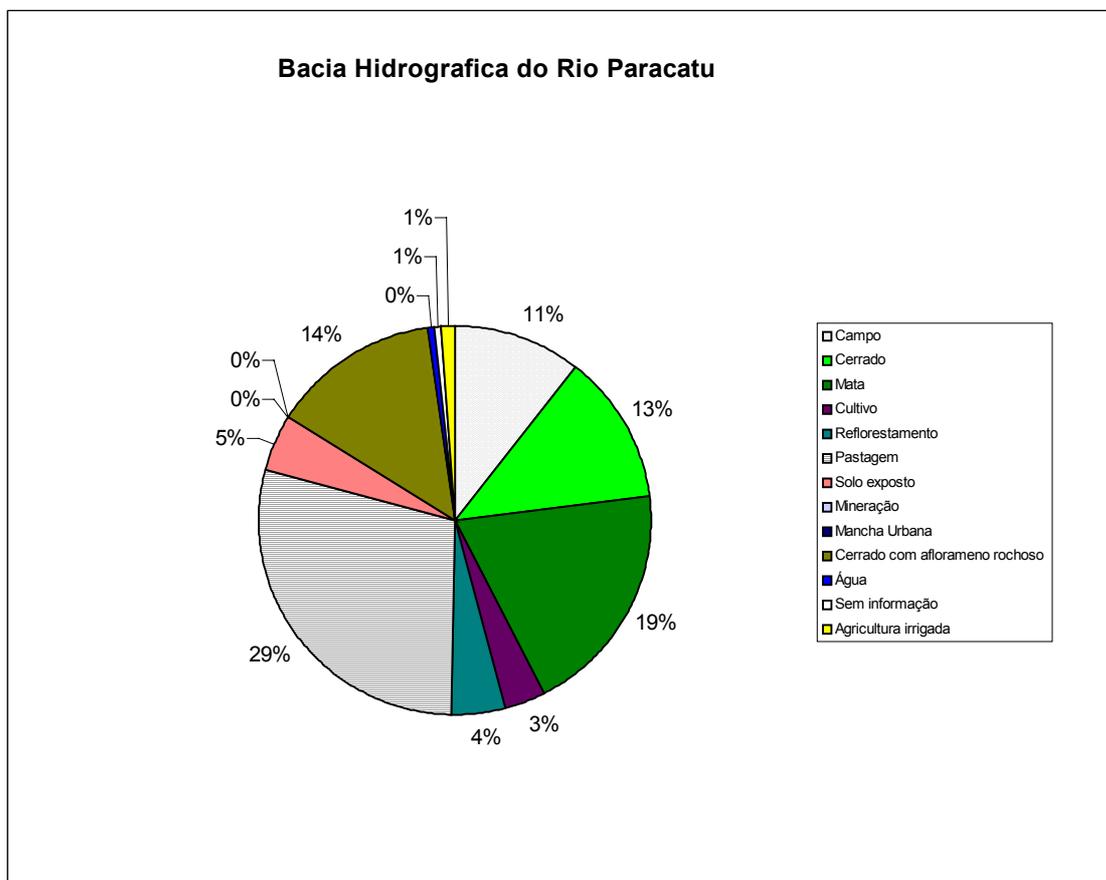
Tabela 18: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Paracatu.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	4.396,81	10,60
Cerrado	5.211,07	12,56
Mata	8.005,88	19,29
Cultivo	1.384,60	3,34
Reflorestamento	1.816,71	4,38
Pastagem	12.058,40	29,06
Solo exposto	1.882,28	4,54
Mineração	29,97	0,07
Mancha Urbana	46,01	0,11
Cerrado com afloramento rochoso	5.760,19	13,88
Água	168,29	0,41
Sem informação	250,35	0,60
Pivô	483,22	1,16
Total*	41.493,77	100,00

* Referente apenas à parte mineira da bacia.

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 11: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Paracatu.



6.2.2 – Sub-bacia Hidrográfica do Rio Preto

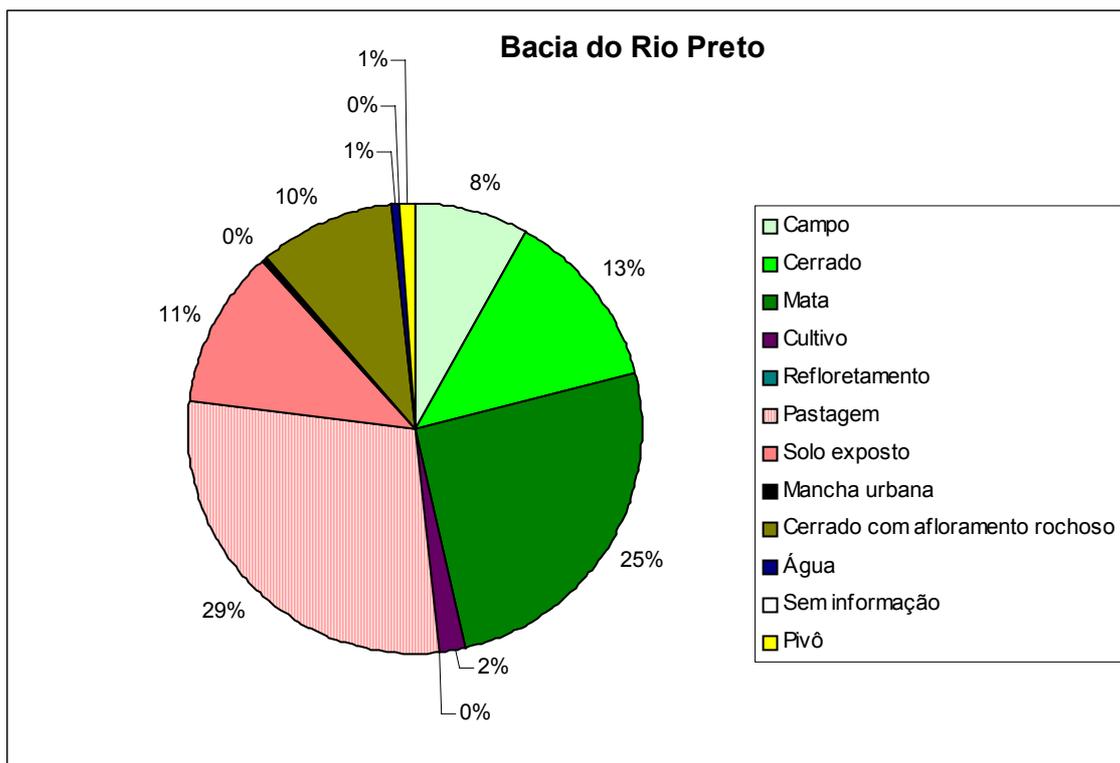
Tabela 19: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Preto.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	535,76	7,95
Cerrado	885,84	13,14
Mata	1.712,81	25,41
Cultivo	127,31	1,89
Reflorestamento	0,13	0,00
Pastagem	1.932,94	28,67
Solo exposto	759,14	11,26
Mancha urbana	11,24	0,17
Cerrado com afloramento rochoso	661,73	9,82
Água	40,86	0,61
Sem informação	1,96	0,03
Pivô	71,72	1,06
Total*	6.741,44	100,00

* Refere-se apenas à parte mineira da bacia.

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 12: Quantificação (%) das de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Preto.



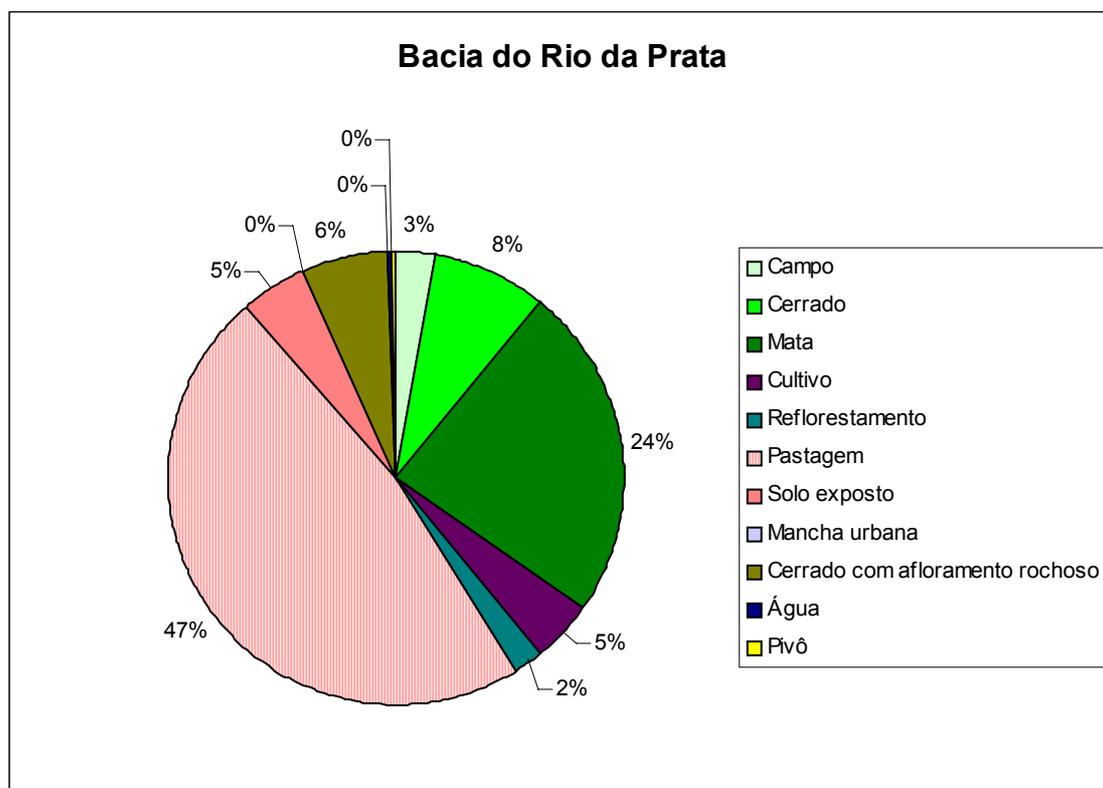
6.2.3 – Sub-bacia Hidrográfica do Rio da Prata

Tabela 20: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio da Prata.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	103,87	2,72
Cerrado	306,32	8,02
Mata	911,64	23,88
Cultivo	171,92	4,50
Reflorestamento	78,17	2,05
Pastagem	1.807,19	47,34
Solo exposto	182,65	4,78
Mancha urbana	4,53	0,12
Cerrado com afloramento rochoso	227,90	5,97
Água	10,50	0,27
Pivô	13,09	0,34
Total	3.817,78	100,00

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 13: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio da Prata.



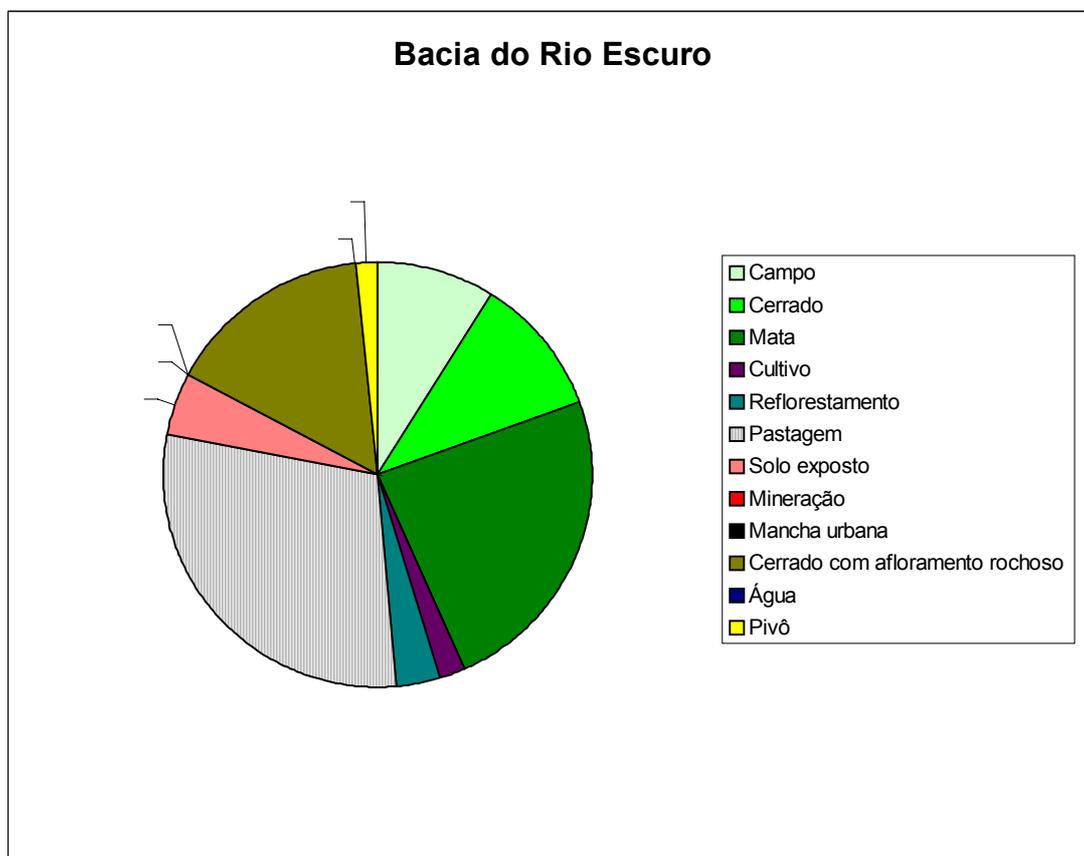
6.2.4 – Sub-bacia Hidrográfica do Rio Escuro

Tabela 21: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Escuro.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	387,53	8,87
Cerrado	456,52	10,45
Mata	1.053,29	24,11
Cultivo	79,51	1,82
Reflorestamento	143,12	3,28
Pastagem	1.284,42	29,40
Solo exposto	213,35	4,88
Mineração	0,32	0,01
Mancha urbana	1,15	0,03
Cerrado com afloramento rochoso	670,64	15,35
Água	4,75	0,11
Pivô	73,82	1,69
Total	4.368,41	100,00

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 14: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Escuro.



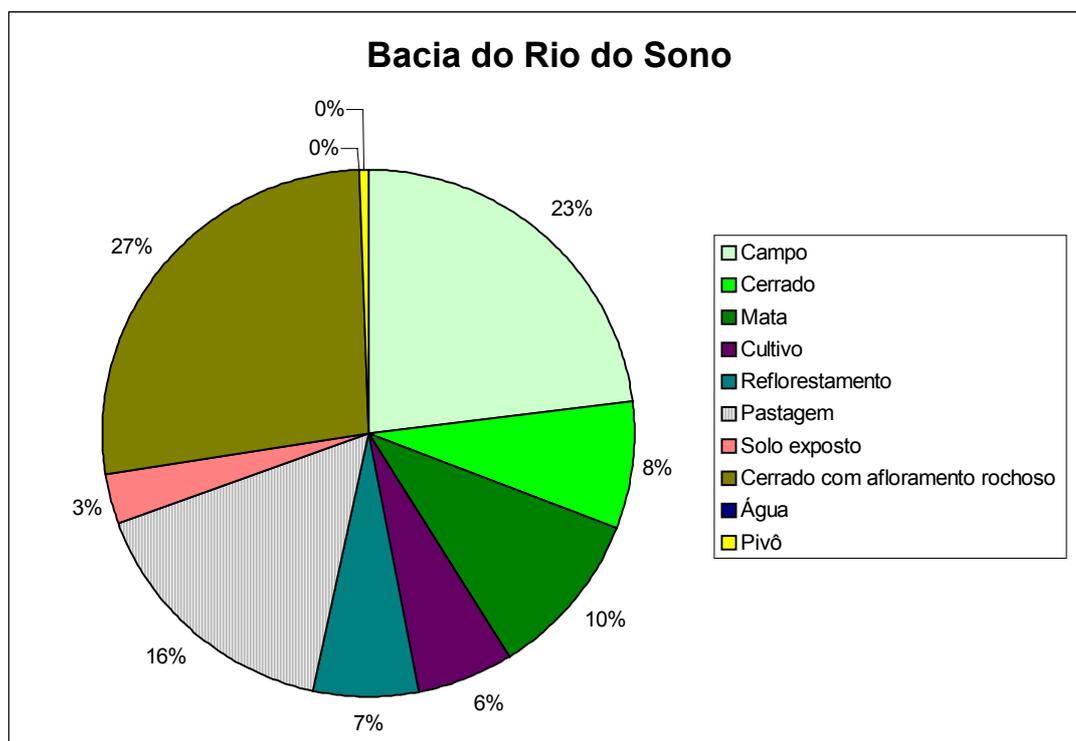
6.2.5 – Sub-bacia Hidrográfica do Rio do Sono

Tabela 22: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio do Sono.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	1.350,87	23,10
Cerrado	449,69	7,69
Mata	610,22	10,43
Cultivo	334,65	5,72
Reflorestamento	380,85	6,51
Pastagem	940,73	16,08
Solo exposto	179,94	3,08
Cerrado com afloramento rochoso	1.565,41	26,76
Água	8,84	0,15
Pivô	27,76	0,47
Total	5.848,96	100,00

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 15: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio do Sono.



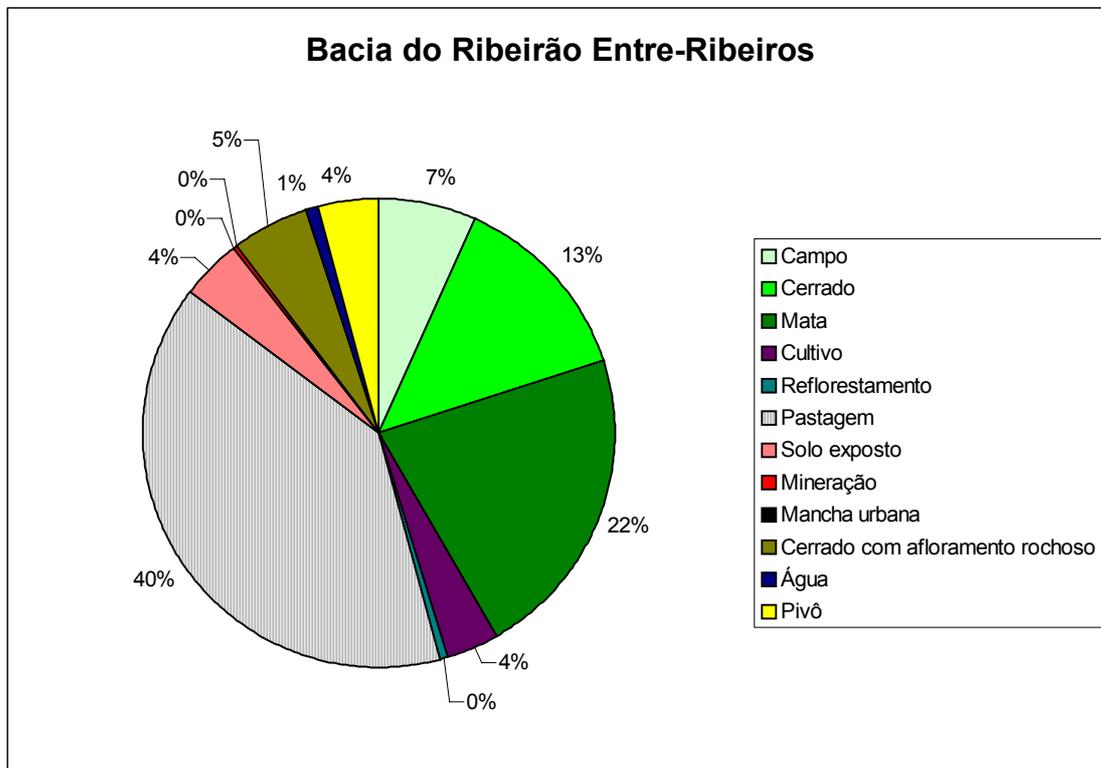
6.2.6 – Sub-bacia Hidrográfica do Ribeirão Entre-Ribeiros

Tabela 23: Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Ribeirão Entre-Ribeiros.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	262,79	6,76
Cerrado	511,59	13,16
Mata	842,42	21,68
Cultivo	146,57	3,77
Reflorestamento	16,36	0,42
Pastagem	1.539,48	39,62
Solo exposto	161,78	4,16
Mineração	5,93	0,15
Mancha urbana	1,75	0,05
Cerrado com afloramento rochoso	200,82	5,17
Água	31,41	0,81
Pivô	165,16	4,25
Total	3.886,07	100

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 16: Quantificação (%) das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Ribeirão Entre-Ribeiros.



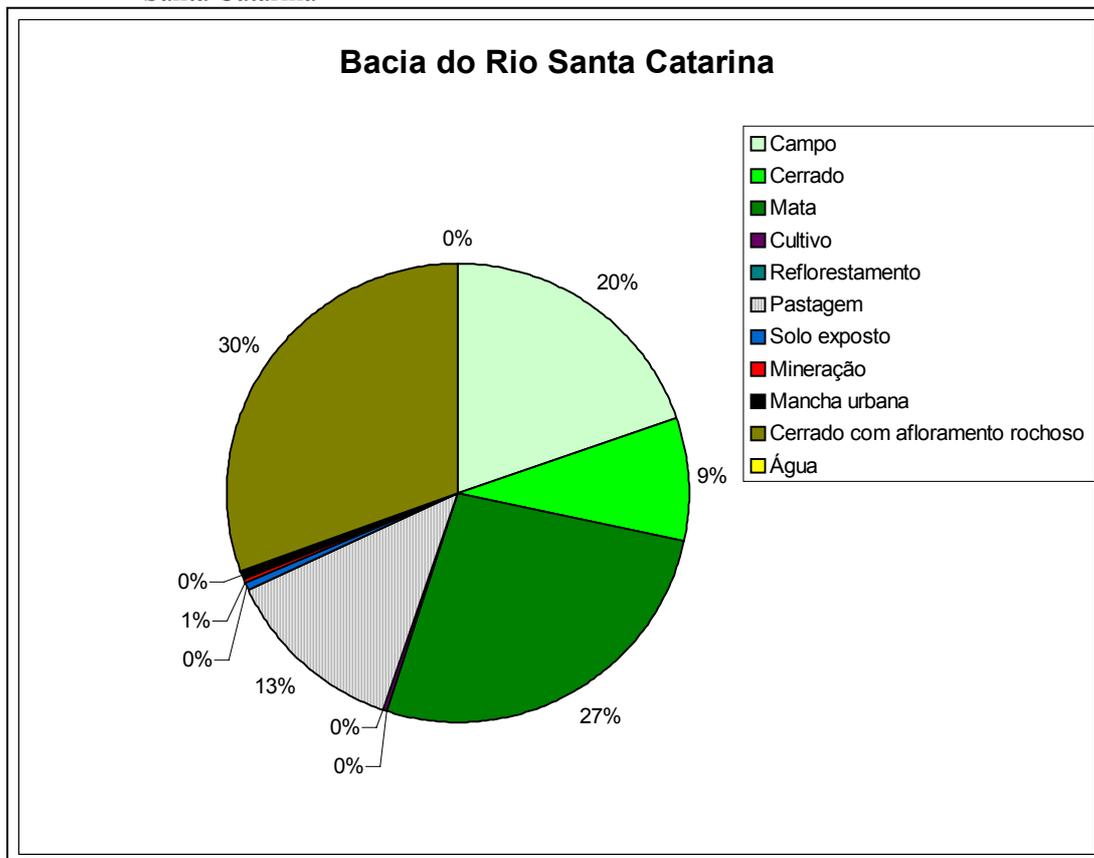
6.2.7 – Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Santa Catarina

Tabela 24: Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Santa Catarina.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	230,06	19,63
Cerrado	103,24	8,81
Mata	312,33	26,65
Cultivo	1,14	0,10
Reflorestamento	0,08	0,01
Pastagem	152,13	12,98
Solo exposto	3,94	0,34
Mineração	5,93	0,51
Mancha urbana	5,25	0,45
Cerrado com afloramento rochoso	357,77	30,53
Água	0,05	0,00
Total	1.171,91	100,00

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 17: Quantificação (%) das Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Santa Catarina



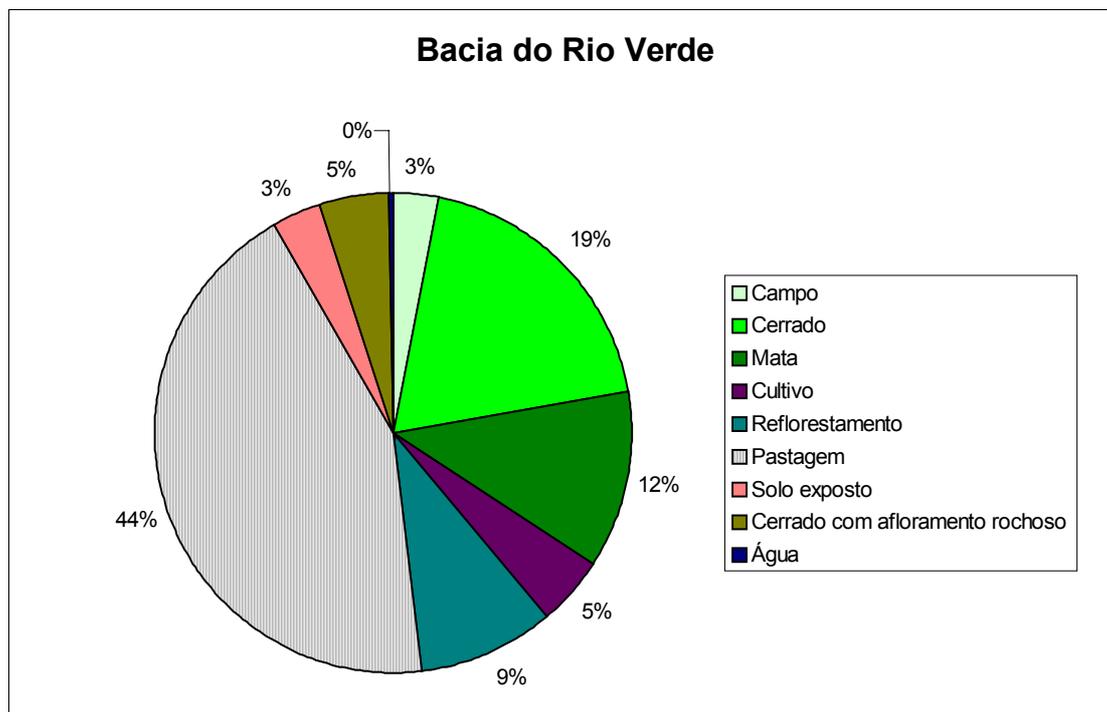
6.2.8 – Sub-bacia Hidrográfica do Rio Verde

Tabela 25: Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Verde.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	42,80	3,14
Cerrado	259,88	19,08
Mata	163,90	12,03
Cultivo	64,86	4,76
Reflorestamento	122,06	8,96
Pastagem	593,62	43,58
Solo exposto	46,79	3,44
Cerrado com afloramento rochoso	65,86	4,84
Água	2,25	0,17
Total	1.362,03	100,00

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 18: Quantificação (%) das Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Verde.



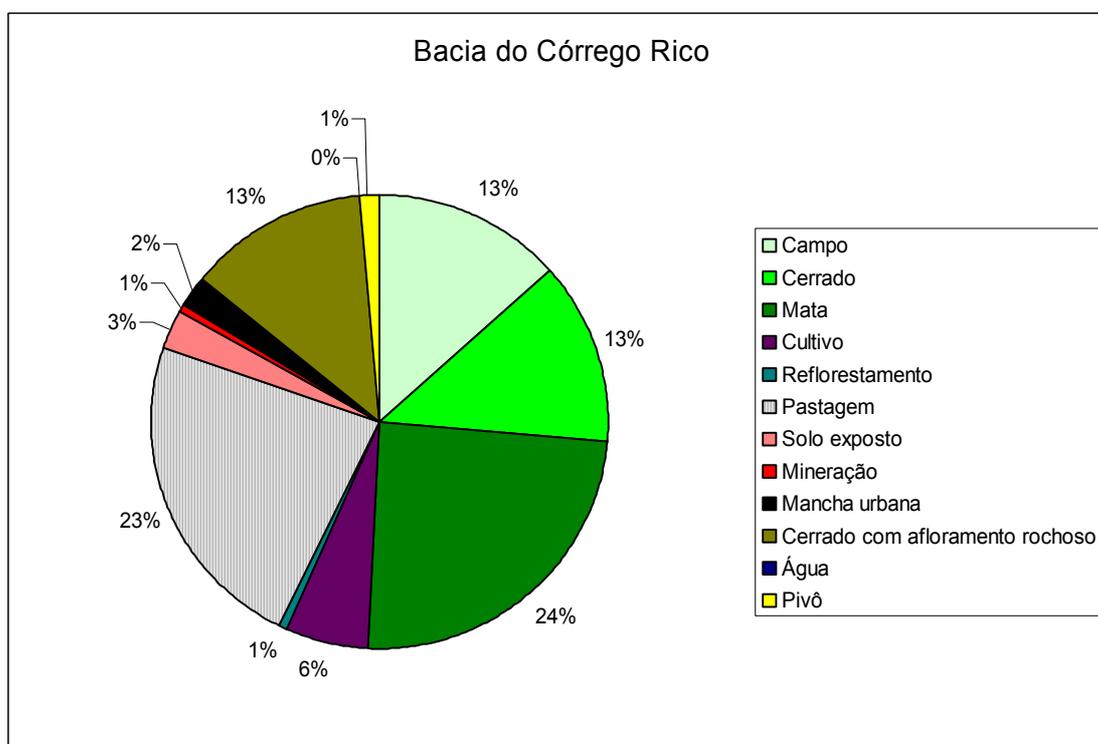
6.2.9 – Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Rico

Tabela 26: Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Córrego Rico.

Classes	Área (km ²)	%
Campo	65,68	13,41
Cerrado	63,96	13,06
Mata	119,63	24,42
Cultivo	27,68	5,65
Reflorestamento	3,82	0,78
Pastagem	112,97	23,06
Solo exposto	13,59	2,77
Mineração	2,80	0,57
Mancha urbana	10,91	2,23
Cerrado com afloramento rochoso	61,36	12,53
Água	0,15	0,03
Pivô	7,29	1,49
Total	489,83	100,00

Fonte: INPE/2004 e IGAM/2005

Figura 19: Quantificação (%) das Classes Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Córrego Rico.



7 – CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, estabelece, em seu artigo segundo, a definição de unidade de conservação:

“Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

A referida lei também distingue essas unidades em duas categorias: as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável. As primeiras são criadas no sentido de haver a manutenção de ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais, sendo elas: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional (Estadual ou Municipal), Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre. Já as unidades de uso sustentável permitem a exploração do ambiente, mas de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. São elas: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva particular do Patrimônio Natural.

A bacia hidrográfica do rio Paracatu apresenta ínfimas parcelas de áreas destinadas à conservação, principalmente quando a totalidade dessas áreas, aproximadamente 400 km² (com exceção da área da APA Lagoas Marginais do rio São Francisco e seus afluentes), é comparada à extensão espacial abrangida pela bacia, que é de 45.600 km². Conseqüentemente, esse reduzido número de áreas não se caracteriza como efetivas amostras da biodiversidade local. O problema do avanço da descaracterização ambiental também vem trazendo prejuízos para a biodiversidade existente.

Segundo informações levantadas junto ao Instituto Estadual de Florestas (IEF), à Fundação Biodiversitas e às Prefeituras Municipais, existem atualmente onze áreas destinadas à preservação ambiental na bacia do rio Paracatu, conforme Tabela 27. Foram contabilizados dois Parques Municipais (PAQM's), duas áreas de Proteção Ambiental (APA's), duas Áreas de Proteção Especial (APE's) e cinco Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's). O município de Paracatu é o que detém o maior número das áreas protegidas. Destaca-se também o número de sítios espeleológicos cadastrados pela Sociedade Brasileira de Espeleologia na bacia (Tabela 28), principalmente nos municípios de Vazante, Paracatu, Lagamar e Unaí.

Uma característica marcante na bacia, e de grandiosa importância ecológica e hídrica, é a presença de inúmeros ambientes aquáticos, sendo os mesmos representados pelas veredas e as lagoas marginais. As veredas apresentam-se distribuídas por toda a extensão da bacia (comuns em áreas de cerrado). As lagoas marginais concentram-se, preferencialmente, nas proximidades do rio Preto, em seu baixo curso, e no médio e baixo rio Paracatu.

Tabela 27: Unidades de conservação na bacia do Paracatu.

Denominação	Categoria	Legislação de Criação	Município	Área Total da UC (ha)
APA Cachoeiras de Guarda-Mor	APA	Lei nº 781, de 14/09/2001	Guarda-Mor	17.445
APE Santa Isabel e Espalha	APE	Dec. nº 29.587, de 08/06/89	Paracatu	21.600
APE Lapa Nova de Vazante	APE	Dec. nº 30.936, de 20/02/90	Vazante	75
Parque Pamflor Clarimundo Xavier da Silva	PAQM	Lei Municipal nº 2.093, de 02/07/96	Paracatu	75
Parque Mun. do Capão da Água Limpa	PAQM	Lei Municipal nº 028/83, de 16/06/83	João Pinheiro	5
Reserva do Acangaú	RPPN	Port. Nº 146/92 e 147/92	Paracatu	3.000
RPPN Fazenda Morro da Cruz das Almas	RPPN	Port. Nº 010-N de 22/01/1998 Averb17/11/98	Paracatu	73
RPPN Fazenda Vereda Grande	RPPN	Port. Nº 643 de 03/05/90	Presidente Olegário	2.995
RPPN Reserva Ecológica Fundação Roona Loures	RPPN	Port. Nº 16, de 17/03/2000	Unaí	300
RPPN Fazenda Carneiro	RPPN	Por. Nº 126, de 28/10/2003	Lagamar	484
APA Lagoas Marginais do Rio São Francisco e de seus Afluentes	APA	Lei nº 11.943, de 16 de outubro de 1995	Buritizeiro, Sta. Fé de Minas, Brasilândia de Minas, João Pinheiro, Paracatu	—

Fonte: PLANPAR/1996 e IEF/2005

Tabela 28: Sítios espeleológicos na bacia do Paracatu.

Gruta	Município	Profundidade Horizontal	Cadastramento
Onça (gruta do)	Lagamar	-	15/5/1989
Matinha (gruta da)	Lagamar	-	15/5/1989
Vendinha (lapa da)	Lagamar	-	8/4/1989
Carrapato (gruta do)	Lagamar	-	20/3/1989
Lagoa Rica (lapa da)	Paracatu	490	7/6/1991
Morcego Doido (lapa do)	Paracatu	-	8/3/1992
Modestia (lapa da)	Paracatu	-	8/3/1992
Lapinha do Sto. Antônio (gruta da)	Paracatu	197	1/4/1989
Gentio (lapa do)	Unai	-	1/4/1989
Tamboril (gruta do)	Unai	1780	16/5/1990
Areia (gruta do)	Unai	3152	19/2/1997
Paulista (gruta do)	Unai	676	19/2/1997
Xico Bento (buraco do)	Unai	1135	19/2/1997
Velha (lapa)	Vazante	70	8/4/1989
Guariroba (gruta da)	Vazante	130	23/9/1991
Varginha (abismo da)	Vazante	10	23/9/1991
Deusa (lapa da)	Vazante	1920	5/3/1992
Carrapatos (gruta dos)	Vazante	70	20/3/1989
Nova (lapa)	Vazante	4550	1/4/1989

Fonte: PLANPAR/1996

É importante salientar que as veredas são classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP's), através do amparo legal estabelecido pela Lei Estadual nº 9.375 de 1986 e com alterações adicionadas pela Lei nº 9.682 de 1988, que estabeleceu faixas de proteção marginal com larguras variáveis em função de sua tipologia. Tal classificação se deve à importante função desse ecossistema peculiar, que são fontes perenes de alimentação dos corpos d'água e que, por isso, também guardam condições favoráveis à manutenção da flora, suporte fundamental para a fauna silvestre. Infelizmente, esses ambientes de grande importância à manutenção do equilíbrio ecológico, e extremamente suscetíveis a alterações ambientais, estão sendo prejudicados pela utilização exaustiva de suas águas para a irrigação e dessedentação de animais na bacia do rio Paracatu.

As lagoas marginais, desde 1965 protegidas pelo Código Florestal, ganharam maior atenção com a criação da Lei nº 11.943, de 16 de outubro de 1995, que declara como Áreas de Proteção Ambiental – APA's as lagoas marginais do rio São Francisco e de seus afluentes. Essas áreas destinam-se a:

- proteger ecossistemas ribeirinhos importantes para a manutenção do regime hidrológico;
- promover condições para a reprodução e o desenvolvimento da fauna ictiológica;
- assegurar condições para a proteção da avifauna, da mastofauna, da herpetofauna, da anurofauna e da fauna ribeirinha em geral;
- impedir ações de drenagem, de aterro, de desmatamento, de obstrução de canais e outras que descaracterizem o ecossistema das lagoas marginais;

- oferecer condições para o desenvolvimento do turismo ecológico, da pesca amadora, do lazer e da recreação;
- resguardar um patrimônio natural com características de elevado valor paisagístico e estimular a melhoria da qualidade ambiental das áreas circunvizinhas.

Com a referida lei em vigor, cabe novamente salientar que todas as lagoas marginais do rio Paracatu passaram a ser Área de Proteção Ambiental – APA's, e, portanto, ficam proibidas (com exceção de projetos de utilidade pública):

- a drenagem ou a obstrução dos seus contatos com o rio para o fluxo e refluxo de suas águas;
- a realização de obras que atentem contra os objetivos referidos nos itens citados anteriormente;
- a instalação de unidades industriais e a realização de terraplanagem, de aterros e demais obras de construção civil;
- a pesca profissional ou amadora, com a utilização de redes, tarrafas ou quaisquer outros instrumentos de emalhar.

Verifica-se que as matas ciliares e as matas de topos de morro, também consideradas legalmente como áreas de preservação permanente, encontram-se bastante suprimidas na bacia. Informações mais específicas sobre a degradação dessas áreas estão exploradas no capítulo “Qualidade Ambiental da Bacia do Rio Paracatu”.

7.1 – Áreas Prioritárias para a Criação de Unidades de Conservação e Preservação de Mananciais para Abastecimento Público

Para que fossem definidas as áreas prioritárias à conservação e/ou proteção ambiental na bacia, levou-se em consideração as sugestões da população residente na região, o mapa de uso e cobertura vegetal (PLANPAR/2005), as propostas de enquadramento dos corpos d'água, as sugestões do PLANPAR (SEAPA/Ruralminas/1996) e as informações contidas no Atlas da Biodiversidade em Minas Gerais (Fundação Biodiversitas/2005).

É importante ressaltar que a criação de uma unidade de conservação leva em consideração a junção de vários fatores, mas, inicialmente, o interesse deve ser demonstrado pela população local na criação dessas áreas. Os outros fatores são:

“A vocação e as características ambientais e sócio-econômicas das áreas identificadas, os objetivos a serem atingidos com a proteção dessas áreas, as categorias de unidades de conservação nas quais se enquadram, a instância governamental para criar e administrar a UC e os estudos preliminares para a definição da mesma”. PLANPAR/1996

As autoridades ambientais das esferas federal, estadual e/ou municipal devem ser acionadas desde o início do processo de mobilização para a criação de unidades de conservação, pois há necessidade de sondar a existência de recursos disponíveis nas esferas do poder público envolvido; o valor do investimento para a criação da unidade

em determinada categoria a ser enquadrada (no caso de haver necessidade de desapropriação de terras); os meios de fiscalização e monitoramento, etc.

No caso de haver indefinições quanto à categoria adequada em que uma determinada unidade de conservação deve ser enquadrada, sugere-se, primeiramente, que sejam realizados estudos técnicos da situação ambiental e socioeconômica das áreas pré-selecionadas, com objetivo de buscar subsídios para a escolha adequada. De acordo com o PLANPAR (SEAPA/Ruralminas/1996), os estudos compreendem as seguintes etapas:

- levantamentos florísticos, faunísticos e estudos estruturais;
- definição cartográfica dos limites dos sítios preliminarmente selecionados;
- criação de uma comissão institucional que deverá compreender os órgãos e instituições ambientais, públicas e privadas, envolvidas nas três esferas do poder público e na sociedade civil, juntamente com o comitê da bacia hidrográfica em questão. A comissão irá estudar os resultados dos estudos e irá elaborar pareceres sobre a criação ou não das unidades de conservação nas áreas analisadas.

Após as etapas que definem as unidades e as respectivas categorias a serem criadas, são fundamentais as ações para a implantação das mesmas, ou seja, são necessárias, principalmente, a elaboração de planos de manejo, a articulação institucional e a operação das unidades.

Retomando o assunto sobre a importância de estudos técnicos para a identificação de áreas com potencial para se tornarem unidades de conservação, cabe destacar as informações contidas no Atlas da Biodiversidade de Minas Gerais, documento elaborado pela Fundação Biodiversitas no ano de 2005. Vários especialistas e instituições identificaram, dentro dos limites do território do estado de Minas Gerais, áreas, ações ou instrumentos importantes para a conservação da biodiversidade. Foram definidos dois grupos: os biológicos (com os critérios: riqueza total de espécies, riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas e raras, presença de ambiente único no estado, ocorrência de fenômenos biológicos especiais, presença de remanescente de vegetação significativo, etc.) e os não biológicos (com os critérios: fatores abióticos, unidades de conservação, aspectos socioeconômicos, políticas públicas, etc.).

Enfatizando a região da bacia hidrográfica do rio Paracatu, o referido Atlas da Biodiversidade traz as seguintes recomendações:

- em relação à proteção de mamíferos, as áreas de importância biológica alta, muito alta e extrema são, respectivamente, as regiões compreendidas pela RPPN Vereda Grande, Veredas do Cotovelo (sub-bacia do ribeirão Cotovelo) e Fazenda Brejão;
- em relação à proteção de aves, as áreas de importância biológica são: encostas do rio Preto (potencial), região de Presidente Olegário (alta), Reserva Acangaú (muito alta), região de João Pinheiro (muito alta), Fazenda Três Rios (extrema), região de Vazante (extrema) e região de Brasilândia de Minas (extrema);
- em relação à proteção de anfíbios, as áreas de importância biológica potencial, alta e muito alta são, respectivamente, região de Buritizeiro (sub-bacia do rio do Sono), RPPN Vereda Grande e Alto Rio Preto;

- em relação à proteção de peixes é dada importância biológica alta para todo o rio Paracatu e importância especial para a Vereda São Marcos no alto rio Preto;
- em relação à conservação de invertebrados destacam-se três áreas: as cavernas de Paracatu e Vazante (importância biológica potencial), a Lapa Nova (importância potencial) e a região de Brasilândia de Minas (importância alta);
- em relação à conservação da flora destacam-se com importância biológica: baixo córrego Rico (potencial), região de Paracatu (alta), região de Unaí (muito alta), Vereda São Marcos (muito alta), região de Brasilândia de Minas e Santa Fé de Minas (muito alta);
- as áreas prioritárias para a conservação, indicadas pelos fatores abióticos, são: as Cristas de Unaí, as áreas cársticas da região de Paracatu e Vazante e as lagoas e veredas do rio Paracatu;
- há necessidade de maiores investigações científicas e urgência de ação na região cárstica dos municípios de Paracatu e Vazante;
- as áreas de especial atenção para a criação de unidades de conservação são: Vereda São Marcos, encostas do rio Preto, região de Brasilândia de Minas e Fazenda Brejão.

De acordo com a Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, é de competência dos estados a definição, por decreto, de áreas de proteção especial – APE. Essas áreas destinam-se, prioritariamente, à preservação de mananciais para abastecimento público, sendo que, dentro dos limites das respectivas áreas, as florestas e demais formas de vegetação natural caracterizam-se como de preservação permanente e fica proibido o adensamento urbano ou qualquer tipo de atuação antrópica que possa degradar o ambiente. Dessa maneira, foi instituída a Área de Proteção Especial do Ribeirão Santa Isabel e do Córrego Espalha, através do Decreto Estadual nº 29.587, de 08 de junho de 1989. Com área aproximada de 216 km², a APE Santa Isabel e Espalha é o principal manancial de abastecimento da cidade de Paracatu.

Aproveitando o exemplo de Paracatu e seguindo as diretrizes da Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), sugere-se que todos os mananciais que servem para abastecimento público na bacia se transformem, com a iniciativa e auxílio dos poderes públicos municipais, em Áreas de Proteção Ambiental – APA's ou, até mesmo, em outras categorias de unidades de conservação. É necessária atenção especial aos mananciais das cidades de João Pinheiro (sub-bacia do ribeirão dos Órfãos), Unaí (rio Preto), Lagamar (córrego Carrapato e Macaco) e Santa Fé de Minas (ribeirão Santa Fé).

Todos os municípios da bacia devem incentivar a implementação do enquadramento dos corpos d'água, visando a atingir e manter a qualidade desejada para os mesmos. Dessa forma, municípios que se abastecem com as águas do rio Paracatu (Brasilândia de Minas), por exemplo, não seriam tão prejudicados com os poluentes oriundos de montante.

Além das melhorias no saneamento ambiental, a criação de unidades de conservação também traz benefícios com a arrecadação do ICMS ecológico para os municípios. É uma medida compensatória àqueles municípios que possuem porções de seus territórios protegidos, desde que estas porções estejam enquadradas nas seguintes categorias: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque, Reserva Particular do Patrimônio

Natural, Floresta Nacional, Área de Proteção Ambiental, Área de Proteção Especial e Área Indígena.

A bacia hidrográfica do rio do Sono, em relação às outras sub-bacias, ainda preserva extensas áreas com vegetações naturais e exemplares da fauna com significativa importância biológica. Além desses atributos, a região do médio e baixo rio do Sono é dotada de grande beleza cênica, com grande potencial para a atividade turística. Portanto, são necessários maiores estudos nessa sub-bacia.

8 – QUALIDADE AMBIENTAL

A bacia do rio Paracatu caracteriza-se por uma intensa utilização de suas terras, principalmente pela atividade agropecuária, que abrange extensas áreas, seja de maneira intensiva ou extensiva. Em geral, as boas condições do relevo e dos solos, juntamente com os incentivos governamentais a partir da década de 80, propiciaram o desenvolvimento desta atividade na região. Entretanto, as conseqüências ambientais dessa intensa utilização das terras são visíveis e preocupantes, principalmente porque interferem nos recursos hídricos da bacia.

De acordo com o mapa de uso e ocupação do solo, o desmatamento é generalizado e é conseqüência da implantação de áreas de pastagem e cultivo. As regiões mais intensamente utilizadas na agricultura e pecuária são: alto rio Preto (montante de Unaí), médio e baixo ribeirão Entre-Ribeiros, médio e baixo rio Escuro, baixo córrego Rico e toda a extensão das sub-bacias dos rios da Prata e Verde. A porção oriental, especificamente a área compreendida pela sub-bacia hidrográfica do rio do Sono, destaca-se com maior concentração de vegetação natural, mas deve-se ao fato da ocorrência de solos inaptos à agricultura, estando presentes em grandes quantidades as monoculturas de eucalipto, que são culturas menos restritivas quanto aos aspectos físicos do ambiente.

As áreas de cultivo situadas nos platôs, ou seja, onde estão as áreas de recarga dos aquíferos, são responsáveis pela retirada da cobertura vegetal para o plantio e, no caso da utilização de agroquímicos nas lavouras, pelo comprometimento das águas subterrâneas na disponibilidade e nas características químicas da água. Já nos vales fluviais, os cultivos e pastagens, na maioria das vezes, ocupam áreas onde deveriam ser encontradas as matas ciliares (respeitando-se os limites exigidos pela legislação) e as lagoas marginais com alto grau de conservação. O rio da Prata, por exemplo, já apresenta, ao longo de sua calha, vários pontos assoreados devido ao intenso desmatamento nessa região. Na sub-bacia do ribeirão Entre-Ribeiros, algumas áreas naturalmente alagadas foram drenadas para ceder lugar a áreas de pastagem e agricultura.

De uma maneira geral e, segundo PLANPAR (1996), a cobertura vegetal restringe-se às manchas de cerrado associadas às zonas de relevo mais íngreme e solos menos aptos à agropecuária; pequenas e descontínuas faixas de vegetação ciliar; e parcelas mais extensas de campos, utilizados também como pastagens.

Cabe destacar a utilização generalizada das veredas, em toda a bacia, como fonte para dessedentação do gado e para a irrigação, bem como para lavoura. É comum o barramento desses ambientes, provocando a inundação e morte da vegetação natural e a interrupção do fluxo natural de água. Nas parcelas com monocultura de eucalipto, as mesmas mostram-se quase sempre assoreadas.

Ressalte-se que as veredas têm a importante função de serem fontes perenes de água, permitindo a alimentação constante dos cursos d'água. Também possuem condições favoráveis à manutenção de uma flora específica, suporte fundamental para várias espécies faunísticas. O comprometimento da dinâmica natural das veredas tem colocado as funções supracitadas em sérios riscos.

Da mesma forma, as lagoas marginais presentes em grande densidade ao longo do rio Paracatu, no seu médio e baixo curso, mostram-se assoreadas em função do uso intensivo de suas margens por lavouras e pastagens. Algumas são utilizadas diretamente para práticas agropecuárias na época do estio. Essas atividades vêm provocando uma rápida descaracterização desses ambientes, notadamente naquilo que se refere à ictiofauna, uma vez que as lagoas são utilizadas para desova e reprodução de inúmeras espécies de peixes. Assim, poderá estar ocorrendo uma baixa do estoque pesqueiro, bem como alterações na biodiversidade do ecossistema aquático regional.

Pode-se identificar várias causas dos processos de descaracterização dos ecossistemas locais, com fortes impactos sobre a flora e fauna. A primeira delas, de caráter genérico, é a falta de conhecimento sobre a relação fauna/flora. Não se pode proteger, manejar e pretender utilizar racionalmente aquilo que não se conhece. A falta de conhecimento leva à destruição de habitats únicos, ao manejo inadequado dos ambientes, a uma avaliação errônea do valor e potencial de recursos bióticos e à tolerância de atividades altamente prejudiciais ao meio ambiente.

Além disso, merecem destaque o carvoejamento, a silvicultura e a mineração. O primeiro exerce pressão direta sobre as formações arbóreas na bacia. A silvicultura, prática generalizada na bacia, fragmenta habitats e, como toda monocultura, é prejudicial para a manutenção da biodiversidade regional. A mineração, atividade que surgiu desde o período de povoamento da região, também deixou marcas de degradação no ambiente, como o caso, por exemplo, do intenso garimpo de ouro no córrego Rico, assoreando e contaminando com mercúrio as águas deste córrego e dos cursos d'água a jusante do mesmo.

No que se refere à pesca, são atribuídos, conceitualmente, grande biodiversidade e potencial pesqueiro para rios e lagoas locais. Da mesma forma que para a fauna terrestre, a ausência de informações sobre a fauna aquática não permite quaisquer avaliações/inferências acerca dos estoques locais e de sua utilização na área da bacia.

9 – SANEAMENTO AMBIENTAL

9.1 – Abastecimento de Água

Conforme Tabela 29, conclui-se que a COPASA administra os serviços de água na maior parte dos municípios, possuindo concessão em onze municípios, estando as sedes de três deles fora da bacia do rio Paracatu. Este atendimento representa cerca de 68% do total de municípios. As Prefeituras municipais atendem cerca de 32% dos municípios da bacia. A cobertura média de rede de água nas sedes dos municípios da bacia em 2005 foi estimada em 80%, conforme levantamento realizado no período de elaboração deste Plano. Os sistemas de tratamento de água chegam ao percentual de 80% em relação ao tratamento convencional (floculação, decantação, filtração, cloração e fluoretação). O tratamento simplificado (desinfecção) é da ordem de 20%.

Cabe ressaltar que a COPASA tem uma previsão de investimentos da ordem de R\$ 10.000.000,00 (dez milhões) a serem aplicados no ano de 2006, conforme informações da Divisão de Planejamento Estratégico desta companhia de saneamento. Estes investimentos serão aplicados em implantação, melhorias e ampliações nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios onde a COPASA tem concessão.

Prevê-se o aumento gradativo do percentual de atendimento dos serviços de abastecimento de água de forma que, no ano de 2010, sejam implementadas medidas no sentido de trazer todos os municípios a um índice de atendimento de 90%, e que, em 2015, esse índice atinja a 98%, a exemplo do município de Unaí.

9.2 – Coleta de Esgotos Sanitários

Em relação à coleta de esgotos, o levantamento realizado no período de elaboração deste Plano mostrou que os índices de atendimento por rede coletora são variáveis. Alguns municípios utilizavam fossas, enquanto outros apresentavam um índice de atendimento acima de 80%. Em 2005, o citado levantamento estimou em 50% o atendimento por redes coletoras de esgoto nas sedes municipais, sendo que os distritos têm, ainda, atendimento precário. As Prefeituras municipais são responsáveis pelo atendimento dos serviços de esgotamento sanitário em 75% dos municípios, seguido pela COPASA com 25 %, conforme Tabela 29. O aumento do índice de atendimento por rede de esgoto também deverá ocorrer gradativamente, de forma que, no ano de 2010, os municípios tenham índice próximo a 70%, e, em 2015, esse índice atinja 80%.

9.3 – Tratamento de Esgotos Sanitários

As estações de tratamento de esgotos (ETE's) são em número muito reduzido, havendo a necessidade de se ampliar este benefício aos municípios da bacia. Destaca-se o município de Unaí, que trata 100% dos efluentes domésticos, serviço efetuado pelo SAAE. O município de Vazante, segundo informações da Prefeitura terá sua ETE em funcionamento no final de 2005. Vale ressaltar que esta ETE está sendo construída no âmbito das condicionantes do licenciamento ambiental da Companhia Mineira de

Metais, ficando sua operação, posteriormente, a cargo da Prefeitura. Já foi solicitada a Licença de Operação para a ETE do município de Paracatu, a ser operada pela COPASA, com previsão de funcionamento para final de outubro/2005. A COPASA também está elaborando projeto da ETE do município de Guarda-Mor que tem previsão de implantação até final de 2006. Em 2010, prevê-se que 60% do esgoto dos municípios da bacia estejam tratados e, em 2015, 80%.

9.4 – Resíduos sólidos

A Deliberação Normativa COPAM nº 52, de 14 de dezembro de 2001, e suas deliberações complementares, tratam da convocação e estabelecimento de cronograma para o licenciamento ambiental de sistema adequado de destinação final de resíduos sólidos urbanos dos municípios com população urbana superior a 30.000 (trinta mil) habitantes no estado de Minas Gerais, e estabelece, ainda, que todos os municípios mineiros, independente da população, devem adotar melhorias na disposição de seus resíduos, no sentido de minimizar os impactos ambientais nas áreas de disposição final de lixo.

Conforme a Tabela 30, os municípios da bacia ainda precisam avançar na implementação dos sistemas adequados de destinação final de resíduos sólidos, pois apenas o município de Paracatu possui Licença de Operação concedida, com validade até maio de 2007. Estima-se que a geração de resíduos sólidos na bacia equivale à cerca de 147 t/dia (considerando a população urbana e a geração per capita de 0,700 Kg/habitantes x dia).

A meta proposta é que até 2010, todos os municípios da bacia disponham de um sistema adequado de coleta e disposição final dos resíduos sólidos, alcançando 100% da população urbana, e atendendo, assim, às diretrizes da Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001. Recomenda-se que as ações voltadas para atingir esta meta sejam priorizadas nos municípios que tenham as maiores populações, e que também sejam empreendidos esforços para a diminuição do volume de lixo a ser disposto, de maneira a propiciar um aumento de vida útil dos aterros. Sugere-se que os municípios implementem programas de educação ambiental e promovam iniciativas de reciclagem.

Tabela 29: Situação de concessão de água e esgoto na Bacia do Rio Paracatu.

MUNICÍPIOS	CONCESSÃO DE ÁGUA	CONCESSÃO DE ESGOTO
Brasilândia de Minas	COPASA	COPASA
Bonfinópolis de Minas*	COPASA	PREFEITURA
Buritizeiro*	PREFEITURA (SAAE)	PREFEITURA (SAAE)
Cabeceira Grande	PREFEITURA	PREFEITURA
Dom Bosco	PREFEITURA	PREFEITURA
Guarda-Mor	COPASA	COPASA
João Pinheiro	COPASA	COPASA
Lagamar	COPASA	PREFEITURA
Lagoa Grande	COPASA	PREFEITURA
Natalândia	PREFEITURA	PREFEITURA
Paracatu	COPASA	COPASA
Patos de Minas*	COPASA	PREFEITURA
Presidente Olegário*	COPASA	PREFEITURA
Santa Fé de Minas	COPASA	PREFEITURA
Unaí	PREFEITURA (SAAE)	PREFEITURA (SAAE)
Vazante	COPASA	PREFEITURA

Org. DvPRH/IGAM/2005 - Fonte: COPASA, SAAE's, Prefeituras

(*) Municípios com sede fora da bacia hidrográfica do rio Paracatu

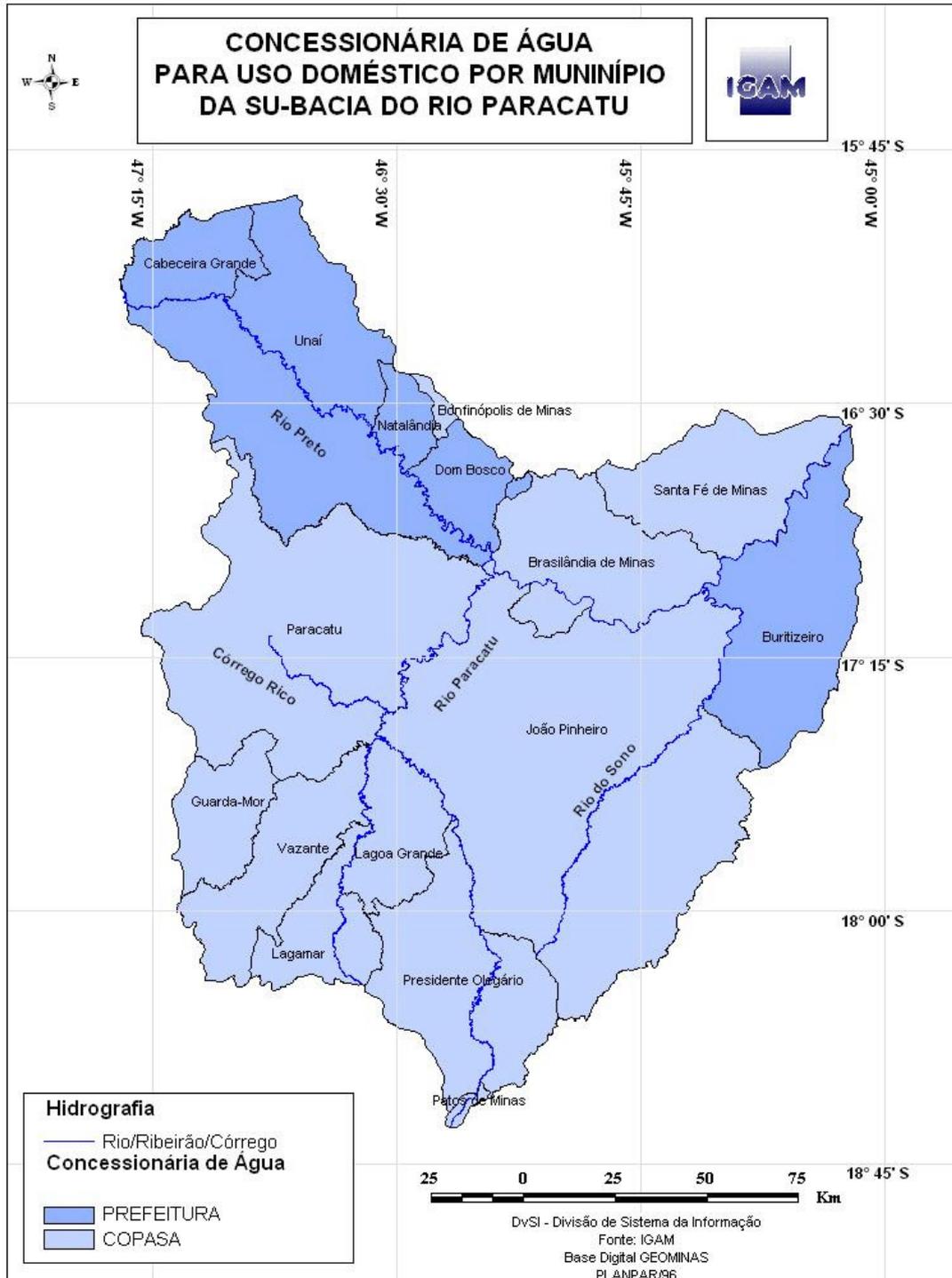
Tabela 30: Situação da disposição final dos resíduos sólidos.

MUNICÍPIOS	TIPO DE DISPOSIÇÃO
Brasilândia de Minas	Lixão
Bonfinópolis de Minas*	Lixão
Buritizeiro*	Lixão
Cabeceira Grande	Lixão
Dom Bosco	Aterro controlado
Guarda-Mor	Usina de Triagem e Compostagem de Lixo
João Pinheiro	Lixão
Lagamar	Lixão
Lagoa Grande	Lixão
Natalândia	Lixão
Paracatu	Aterro Sanitário - LO concedida - validade: 05/07
Patos de Minas*	Aterro Controlado
Presidente Olegário*	Usina de Triagem e Compostagem de Lixo
Santa Fé de Minas	Lixão
Unaí	Lixão
Vazante	Aterro Controlado

Org. DvPRH/IGAM/2005 - Fonte: FEAM/DISAN

(*) Municípios com sede fora da bacia hidrográfica do rio Paracatu

Figura 20: Concessionárias de água para uso doméstico por município.



Fonte: Prefeituras/Copasa/2005

Figura 21: Concessionárias de esgoto por município



Fonte: Prefeituras/Copasa/2005

10 – LEVANTAMENTO DE PROGRAMAS E PROJETOS EXISTENTES COM REPERCUSSÕES SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA

Foram levantados e identificados alguns programas e projetos dos Governos Federal e Estadual com repercussões nos recursos hídricos da bacia, possuindo interação com os objetivos propostos pelo Plano. Em relação à esfera estadual, destacam-se alguns programas estruturadores do PPAG (Plano Plurianual de Ação Governamental), estabelecidos na atual administração, quais sejam:

1 - Programa de Revitalização e Desenvolvimento Sustentável da bacia hidrográfica do rio São Francisco

Programa 0172 – Visa garantir a sustentabilidade das atividades antrópicas na bacia, estabelecendo ações prioritárias, com objetivo de recuperar, conservar e preservar o meio ambiente e de aumentar a quantidade e qualidade da água ofertada, melhorando a qualidade de vida dos usuários. Este Programa possui várias ações e destacam-se as seguintes, com suas respectivas finalidades:

- 1.1 – Manejo de solo: promover e fomentar ações que melhorem as condições de uso e de conservação das qualidades dos solos e que também contribuam para a recuperação de áreas degradadas;
- 1.2 – Gestão da biodiversidade e ampliação da base florestal na bacia: promover a ampliação da base florestal na bacia do rio São Francisco, mediante fomento aos produtores rurais para implantação de viveiro de sementes e mudas de espécies adequadas à revegetação (topo, ciliar e nascentes);
- 1.3 – Manejo integrado de sub-bacias hidrográficas: apoiar a implementação de projetos de manejo integrado de sub-bacias hidrográficas e desenvolver ações de recuperação, conservação e preservação em sub-bacias hidrográficas formadoras dos afluentes mineiros do rio São Francisco

2 – Programa Gestão Ambiental Minas Gerais no século XXI

Programa 01370 – Visa a intensificar a atuação do governo na gestão ambiental, modernizando os mecanismos de comando e controle e promovendo o desenvolvimento sustentável do Estado, tendo como pontos fundamentais a gestão de recursos hídricos, a melhoria da qualidade ambiental, a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento florestal. A seguir, apresentam-se algumas ações e suas finalidades:

- 2.1 - Comunicação, educação e extensão ambiental: planejar e desenvolver ações voltadas para a conscientização de segmentos da sociedade por meio da comunicação, educação e extensão ambiental, centrando-se em programas de desenvolvimento sustentável, visando à preservação dos recursos naturais;
- 2.2 – Lixo e Cidadania: apoiar os municípios no aprimoramento dos mecanismos de gestão de resíduos sólidos urbanos.

3 - A Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais (COPASA-MG) tem recursos da ordem de R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais) a ser investidos em abastecimento de água e rede coletora de esgotos nos municípios da bacia do rio Paracatu, onde a referida companhia tem a concessão de água e esgoto.

3.1 - Programa de Proteção de Nascentes do Sistema integrado de proteção de nascentes (SIPAM), executado pela COPASA, com o objetivo de promover a compatibilidade entre as atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica com a demanda do abastecimento público de água e a preservação do meio ambiente.

Na esfera Federal destacam-se os seguintes Programas:

1 - Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade e Degradação Ambiental, que tem por objetivo revitalizar a bacia hidrográfica do rio São Francisco, com recursos da ordem de R\$ 360.000.000,00 (trezentos e sessenta milhões de reais) - PPA 2004-2007 – Plano Plurianual Federal;

2 - Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES). Conhecido como “programa de compra de esgoto tratado”, este Programa não financia obras ou equipamentos, e sim, paga pelos resultados alcançados, pelo esgoto efetivamente tratado;

3 – Programa Nossos Rios - Agência Nacional de Águas (ANA);

4 - Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA);

5 – O Governo Federal, por intermédio do Ministério do Meio Ambiente e o Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), investirá 81 milhões de dólares (cerca de R\$ 180 milhões) na preservação e uso sustentável do Cerrado e na valorização dos conhecimentos tradicionais das populações da região.

Em relação aos Projetos existentes, destacam-se:

1 - Desenvolvimento de tecnologia para descontaminação de áreas degradadas pela atividade garimpeira, com recuperação de mercúrio e ouro – CNPq/FNMA/CETEC. Objetiva o estabelecimento de uma rota tecnológica ambientalmente adequada e economicamente viável para remoção de mercúrio e ouro em sedimentos degradados pela atividade garimpeira, tendo como área piloto um trecho da planície aluvionar do Córrego Rico;

2 - Conservação dos recursos hídricos no âmbito da gestão ambiental e agrícola de bacia hidrográfica - (Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Paracatu) - MCT/FINEP/Fundo Setorial CT-HIDRO/2002 - CETEC/UFOP/IGAM/IGA/UFGM (em andamento) - R\$ 400.000,00;

3 - Projeto de Eletrificação Rural do Noroeste Mineiro (em andamento) – este Projeto faz parte dos projetos estruturadores do Estado e é coordenado pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, com recursos da CEMIG e BID. O objetivo do projeto é a implantação de rede integrada de subtransmissão e distribuição para permitir a ligação de novos consumidores e atender ao crescimento do mercado de energia elétrica do Noroeste Mineiro, disponibilizando infraestrutura essencial ao crescimento econômico da região. A capacidade de atendimento de energia elétrica da região irá dobrar em três anos, passando dos 150 MW atuais para 300 MW futuros, através da construção de três novas subestações; da ampliação de três subestações existentes e da construção de 162 km de linhas de transmissão e 1.367 km de redes de média tensão. Este projeto contará com investimentos de R\$ 150 milhões em obras de subtransmissão e distribuição em média tensão, e deverá estar concluído até 2007.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

O CBH-PARACATU deve realizar as articulações políticas e, por intermédio de sua futura Agência de Bacia, obter recursos dos programas e projetos identificados, com o objetivo de viabilizar as ações necessárias na bacia.

11 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

O conhecimento adequado do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para a sua gestão. Dessa forma, fazem-se necessários estudos que apontem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores ambientais. O presente estudo visa a determinar, de forma quantitativa e simplificada, a disponibilidade hídrica na bacia do rio Paracatu.

Entende-se por disponibilidade hídrica aquela quantidade de água que pode ser retirada de um manancial sem que se comprometa a flora e fauna da bacia. A definição da disponibilidade hídrica de um curso d'água é algo que necessita estudos multidisciplinares amplos e locais. Na falta de tais estudos, o estado de Minas Gerais, através da Portaria Administrativa IGAM nº 010/98 de 30 de dezembro de 1998, em seu artigo 8º, regulamenta como vazão de referência o equivalente a $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de tempo de retorno). A portaria fixa como limite máximo outorgável, ou seja, a disponibilidade hídrica, a vazão de 30% de $Q_{7,10}$, ficando garantido à jusante de cada derivação, um fluxo residual equivalente a 70% de $Q_{7,10}$. Quando o curso d'água for regularizado por barramento, o limite poderá ser superior a 30% de $Q_{7,10}$, desde que se garanta um fluxo residual igual ou superior a 70% de $Q_{7,10}$.

A análise de frequência dos eventos extremos pode ser local, utilizando-se a série de dados de uma única estação, ou regional, fazendo uso dos dados de várias estações de uma região. Neste estudo, adotou-se a análise de frequência regional. A aplicação de métodos de regionalização de funções estatísticas de variáveis hidrológicas consiste basicamente na utilização de vários postos de medição em uma região, transferindo informações espacialmente.

A vantagem em se utilizar a análise de frequência regional é a possibilidade de estimar os parâmetros ou variáveis hidrológicas em locais que não possuam uma coleta sistemática de informações. Além disso, essa técnica permite melhorar a estimativa dos parâmetros e *quantis* de uma distribuição de probabilidades teórica, identificar a ausência de postos de observação em uma região e verificar a consistência das séries hidrológicas.

Com a regionalização, é possível aumentar consideravelmente o número de informações, que passam a ter caráter regional. De acordo com Pires (1994), essa técnica possibilita reduzir o erro amostral. Além disso, os modelos de regionalização permitem melhorar as estimativas de eventos extremos, substituindo o tempo por espaço.

Tucci (1993) classifica os métodos de regionalização em três classes: métodos de regionalização dos parâmetros da distribuição de probabilidades, métodos de regionalização do evento com um determinado risco e os métodos de regionalização da curva adimensional de frequências, denominados métodos de regionalização *index-flood*.

De acordo com Pinto & Naghettini (1999), independentemente do método de regionalização a ser utilizado, um dos pontos cruciais é a definição de regiões estatisticamente homogêneas, ou seja, aquelas contendo várias estações cujas séries

sejam oriundas de populações regidas pela mesma distribuição de probabilidades, com os parâmetros de posição e escala variando entre as estações.

O trabalho elaborado por Wallis (1989) sobre técnicas de regionalização *index-flood*, utilizando momentos-L, representou um avanço nos estudos de regionalização, permitindo reduzir a subjetividade das etapas necessárias ao seu desenvolvimento. Hosking & Wallis (1993; 1995) desenvolveram três estatísticas-L, que são aplicadas nas etapas de consistência de dados, identificação de regiões homogêneas e na definição da distribuição de frequência regional. Em sua revisão sobre os avanços recentes da pesquisa na área de análise de frequência, Bobée & Rasmussen (1995) consideram a contribuição de Hosking & Wallis como a mais relevante para a obtenção de melhores estimativas das probabilidades de eventos raros.

No presente estudo, optou-se pela utilização da metodologia desenvolvida por Hosking & Wallis para delimitação de regiões homogêneas e regionalização das vazões mínimas das estações estudadas, através do método de regionalização *index-flood* com a utilização dos momentos-L e do emprego das estatísticas-L. No método de regionalização *index-flood*, os postos localizados nas regiões estatisticamente homogêneas seguem as mesmas distribuições de frequência, à exceção de um fator dependente de cada posto. Esse fator é por isso chamado *index-flood*.

Os momentos-L são interpretados como as medidas das características de uma distribuição de probabilidades. Essas medidas são análogas aos momentos convencionais, mas são estimadas por combinações lineares dos elementos de uma amostra ordenada. A vantagem dos momentos-L sobre os momentos convencionais é que eles possibilitam a caracterização de um grande número de distribuições, permitindo maior robustez na estimação dos parâmetros. De fato, quando estimados a partir de uma amostra, são mais robustos à presença de *outliers*.

As inferências estatísticas quanto à hidrologia da bacia foram obtidas a partir dos dados de vazão média diária de 24 estações fluviométricas selecionadas pelas suas respectivas áreas de influência e disponibilidade de dados. A precipitação média anual foi obtida por polígonos de Thiessen traçados para 28 estações pluviométricas. A Tabela 31 mostra as estações fluviométricas e suas características e a Tabela 32 mostra as estações pluviométricas utilizadas. A Figura 22 mostra a localização da bacia em relação ao estado de Minas Gerais, a Figura 23 mostra a hidrografia principal da bacia e a Figura 24 mostra a localização das estações fluviométricas.

Tabela 31 – Estações fluviométricas da bacia do rio Paracatu

Código	Nome	$Q_{7,med}$ (m^3/s)	A (km^2)	L (km)	I (m/m)	P_{anual} (mm)
42250000	Fazenda Limoeiro	2,410	469	41,90	0,0259	1337,24
42251000	Fazenda Córrego do Ouro	8,900	1.905	107,10	0,0259	1410,64
42255000	Fazenda Nolasco	1,080	250	33,48	0,0161	1453,70
42257000	Barra do Escurinho	7,560	2.025	140,95	0,0027	1423,30
42290000	Ponte da BR-040	19,150	7.731	133,00	0,0201	1404,68
42365000	Ponte da BR-040	16,720	3.459	216,56	0,0091	1432,95
42395000	Santa Rosa	40,130	12.977	172,00	0,0201	1399,52
42435000	Fazenda Barra da Égua	3,880	1.600	48,15	0,0117	1295,72
42440000	Fazenda Poções	2,220	558	171,20	0,0078	1335,80
42460000	Fazenda Limeira	22,470	3.482	153,20	0,0063	1347,70
42490000	Unai	23,370	4.978	234,40	0,0054	1342,10
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	25,500	5.533	286,80	0,0054	1336,68
42545002	Fazenda Roncador	1,680	429	66,88	0,0062	1316,98
42545500	Fazenda "O" Resfriado	1,820	690	115,02	0,0053	1305,43
42546000	Fazenda Santa Cruz	1,980	552	56,30	0,0079	1312,85
42600000	Porto dos Poções	27,050	9.095	409,50	0,0047	1304,56
42645000	Fazenda Rio Verde	0,990	977	69,64	0,0176	1264,61
42690001	Porto da Extrema	81,000	29.934	305,00	0,0181	1336,71
42750000	Caatinga (ANEEL/CEMIG)	81,000	31.107	333,00	0,0181	1330,40
42840000	Veredas	1,360	201	38,70	0,0143	1446,90
42850000	Cachoeira das Almas	10,060	4.377	174,45	0,0073	1266,44
42860000	Cachoeira do Paredão	9,600	5.647	208,15	0,0065	1246,82
42930000	Porto do Cavallo	118,300	40.680	387,00	0,0181	1305,60
42980000	Porto Alegre	97,506	41.062	439,00	0,0181	1303,29

$Q_{7,med}$ vazão anual média mínima de 7 dias de duração
A área de drenagem
L comprimento do talvegue principal
I declividade longitudinal média
 P_{anual} precipitação média anual sobre a bacia

Tabela 32 – Estações pluviométricas da bacia do rio Paracatu

Código	Nome	Latitude	Longitude	P _{anual} ¹ (mm)
1645007	Porto Alegre	16° 54' 25"	45° 22' 57"	1063,2
1646000	Porto dos Poções	16° 49' 47"	46° 19' 20"	1161,5
1646001	Unaí	16° 21' 05"	46° 53' 23"	1302,7
1646004	Fazenda O Resfriado	16° 30' 10"	46° 39' 46"	1251,7
1647008	Fazenda Limeira	16° 12' 32"	47° 13' 57"	1347,7
1744006	Pirapora-Barreiro	17° 21' 50"	44° 56' 54"	1137,7
1745000	Caatinga	17° 08' 45"	45° 52' 49"	1173,7
1745001	Cachoeira do Paredão	17° 06' 40"	45° 26' 16"	1188,5
1745007	Porto do Cavalo	17° 01' 37"	45° 32' 26"	1174,4
1745014	Fazenda Santana	17° 49' 31"	45° 28' 45"	1244,7
1746001	Porto da Extrema	17° 01' 51"	46° 00' 49"	1161,5
1746002	Santa Rosa	17° 15' 19"	46° 28' 26"	1295,6
1746004	Fazenda Rio Verde	17° 16' 00"	46° 12' 00"	1314,1
1746006	Ponte da BR-040 - Prata	17° 39' 49"	46° 21' 18"	1202,6
1746007	Ponte da BR-040 - Paracatu	17° 30' 10"	46° 34' 18"	1312,4
1746008	Paracatu	17° 13' 00"	46° 52' 00"	1453,7
1746017	Fazenda Poções	17° 02' 31"	46° 49' 04"	1335,8
1746018	Fazenda Limoeiro	17° 54' 56"	47° 00' 38"	1322,3
1746019	Fazenda Córredo do Ouro	17° 36' 48"	46° 51' 31"	1377,4
1747005	Guarda-Mor	17° 46' 21"	47° 05' 55"	1519,4
1845013	São Goncalo do Abaeté	18° 20' 37"	45° 50' 12"	1446,9
1845021	Canoeiros	18° 02' 18"	45° 31' 25"	1109,6
1846005	Presidente Olegário	18° 24' 45"	46° 25' 20"	1518,5
1846015	Vazante	17° 59' 18"	46° 54' 40"	1393,4
1846016	Ponte Firme	18° 02' 02"	46° 25' 10"	1454,1
1846017	Leal de Patos	18° 38' 28"	46° 20' 04"	1394,5
1846019	Rocinha	18° 22' 25"	46° 54' 54"	1474,0
1846023	Lagamar	18° 10' 58"	46° 48' 15"	1441,5

1 - precipitação anual média

11.1 – O método *index-flood*

O método do *index-flood* desenvolvido por Dalrymple (1960), é um modo de adimensionalizar quaisquer dados obtidos em pontos distintos de uma região considerada homogênea, com a finalidade de utilizá-los como um conjunto amostral único. Apesar de possuir referências a enchentes, o método e o termo *index-flood* têm uso consagrado em estudos de regionalização de frequência de qualquer tipo de variável.

Seja o caso de se regionalizar as frequências de uma variável genérica X, cuja variabilidade espaço-temporal foi amostrada em N locais ou postos de observação, situados em uma certa região geográfica. As observações, tomadas nos postos indexados por i, formam amostras de tamanho variável n_i e são denotadas por X_{i,j}, i=1, ..., N; j=1, ..., n_i. Se F, 0<F<1, representa a distribuição de frequências da variável X no posto i, então, a função de *quantis* nesse local é simbolizada por X_i(F). A hipótese

básica do método *index-flood* é a de que os postos formam uma região homogênea, ou seja, que as distribuições de frequência nos N pontos são idênticas, à exceção de um fator de escala local, denominado *index-flood*. Formalmente,

$$X_i(F) = \mu_i \cdot x(F), \quad i = 1, \dots, N \quad \text{eq. 1}$$

onde μ_i é o *index-flood* do local i e $x(F)$ representa a curva regional de *quantis* adimensionais, algumas vezes denominada curva regional de crescimento, comum a todos os postos. Por conveniência matemática, Hosking & Wallis (1997) utilizam como estimador do *index-flood* a média aritmética das observações no posto i .

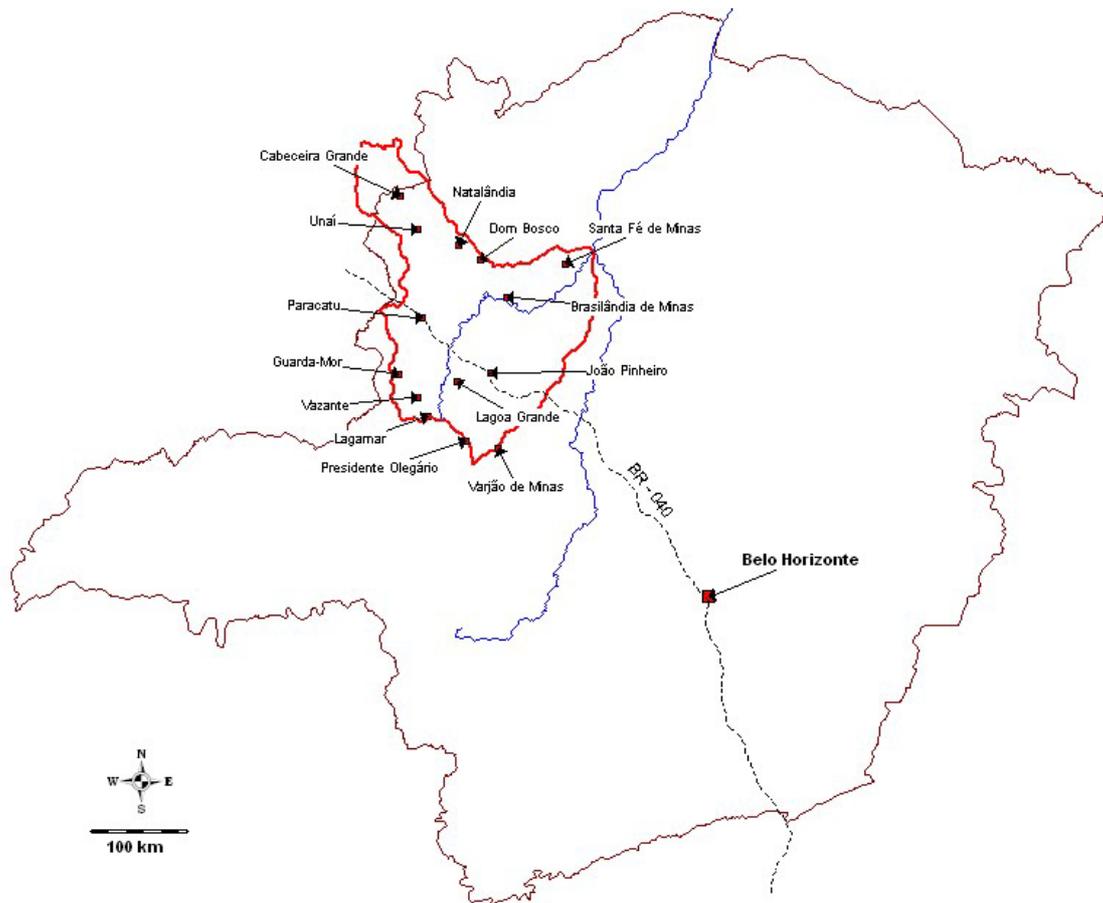


Figura 22 – Localização da bacia do rio Paracatu

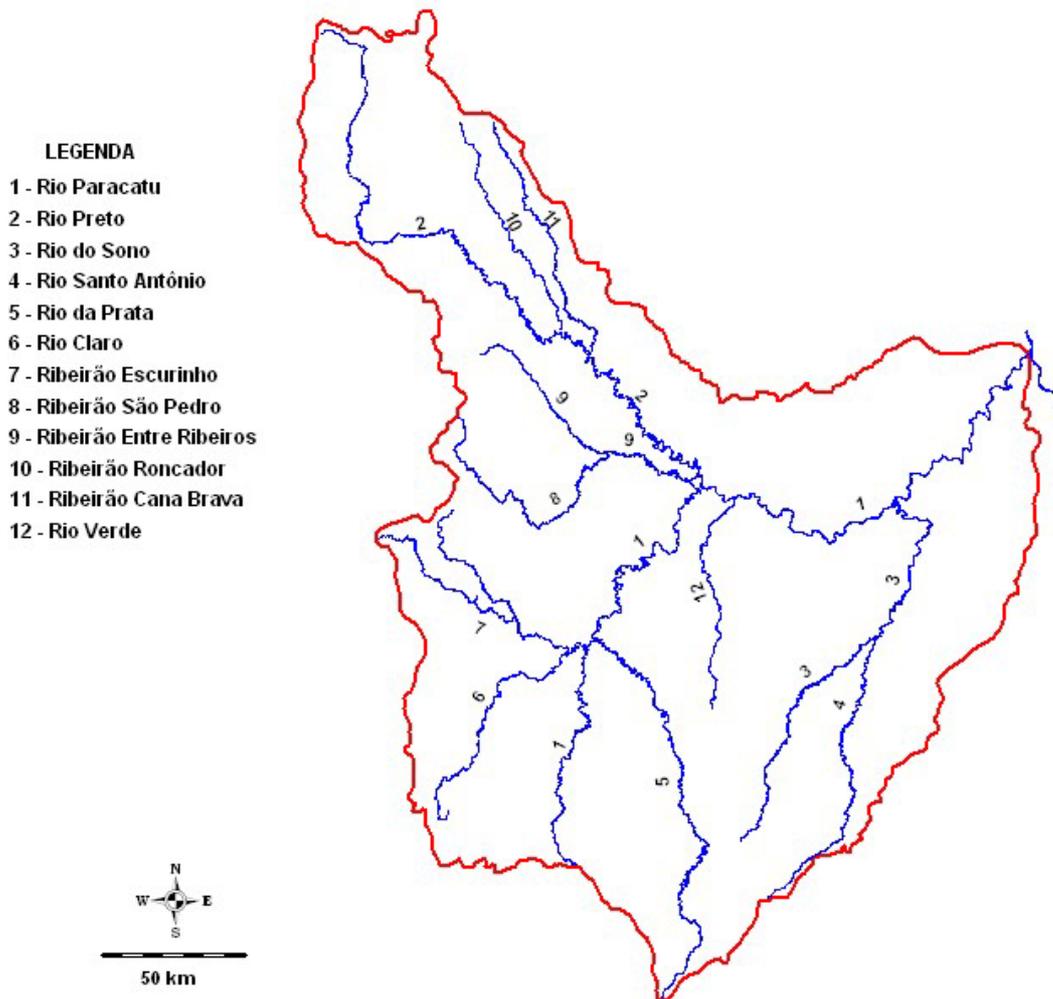


Figura 23 – Hidrografia principal

11.2 – Metodologia para regionalização de vazões mínimas

11.2.1 – Etapas para a análise de frequência regional

Etapa 1: Análise Regional de Consistência de Dados

Essa etapa refere-se à detecção e eliminação de erros grosseiros e/ou sistemáticos eventualmente existentes nas amostras individuais dos vários postos de observação. Além das técnicas usuais de análise de consistência, como as curvas de dupla acumulação, por exemplo, Hosking & Wallis (1997) sugerem o uso de uma estatística auxiliar, denominada medida de discordância, a qual se fundamenta na comparação das características estatísticas do conjunto de postos com as apresentadas pela amostra individual em questão.



Figura 24 – Localização das estações fluviométricas

Etapa 2: Identificação de Regiões Homogêneas

Uma região homogênea consiste em um agrupamento de postos de observação, cujas curvas de *quantis* adimensionalizados podem ser aproximadas por uma única curva regional. Para se determinar a correta divisão dos postos em regiões homogêneas, Hosking & Wallis (1997) sugerem o emprego da técnica de análise de *clusters*. De acordo com essa técnica, os postos são agrupados em regiões consonantes com a variabilidade espacial de algumas características locais, estas selecionadas entre aquelas que supostamente podem influir sobre a variável a ser regionalizada. Depois dos postos terem sido convenientemente agrupados em regiões, Hosking & Wallis (1997) sugerem a medida de heterogeneidade para testar a correção dos agrupamentos efetuados. Essa medida baseia-se na comparação da variabilidade grupal das características estatísticas dos postos de observação com a variabilidade esperada dessas mesmas características em uma região homogênea.

Etapa 3: Seleção da Função Regional de Distribuição de Probabilidades

Depois dos erros grosseiros e sistemáticos terem sido eliminados das amostras individuais e as regiões homogêneas terem sido identificadas, a etapa seguinte é a correta prescrição do modelo probabilístico, representado por $x(F)$ na equação 1. Para a seleção da função regional de distribuição de probabilidades entre diversos modelos candidatos, Hosking & Wallis (1997) sugerem o emprego do teste da medida de aderência. Esse teste é construído de forma a se poder comparar algumas características estatísticas regionais com aquelas que se espera obter de uma amostra aleatória simples retirada de uma população cujas propriedades distributivas são as mesmas do modelo candidato.

Etapa 4: Estimação de Parâmetros e Quantis da Função Regional de Distribuição de Probabilidades

Identificado o modelo probabilístico regional, representado por $\hat{x}(F) = x(F; \hat{\theta}_1^R, \dots, \hat{\theta}_p^R)$, os parâmetros locais $\hat{\theta}_k^{(i)}$, $k = 1, \dots, p$ são estimados separadamente para cada posto i e, em seguida, ponderados para produzir a curva regional de *quantis* adimensionais. Hosking & Wallis (1997) sugerem a utilização dos momentos-L para a estimação de parâmetros e *quantis* da função regional de distribuição de probabilidades.

Hosking & Wallis (1997) codificaram um conjunto de rotinas em Linguagem Fortran-77 para a automatização das quatro etapas da metodologia proposta para análise regional de frequência. Esse conjunto de rotinas encontra-se disponibilizado ao público no repositório de programas Statlib, acessível via Internet através da URL <http://lib.stat.cmu.edu/general/lmoments>.

11.2.2 – Momentos-L

Além de dependentes do tamanho da amostra, as estimativas com base em momentos amostrais convencionais envolvem potências sucessivas dos desvios dos dados em relação ao valor central. Em consequência, pequenas amostras tendem a produzir estimativas não confiáveis, particularmente para as funções de momentos de ordem superior como a assimetria e a curtose. Os momentos-L, a serem abordados a seguir, compõem um sistema de medidas estatísticas mais confiáveis para a descrição das características das distribuições de probabilidades.

Os momentos-L são derivados dos “momentos ponderados por probabilidades”, ou simplesmente MPP’s, os quais foram introduzidos na literatura científica por Greenwood *et al.* (1979). Os MPP’s de uma variável aleatória X , descrita pela função de probabilidades acumuladas $F_X(x)$, são as quantidades definidas por:

$$M_{p,r,s} = \mathbf{E}\{X^p [F_X(x)]^r [1 - F_X(x)]^s\} \quad \text{eq. 2}$$

Os MPP’s $\alpha_r = M_{1,0,r}$ e $\beta_r = M_{1,r,0}$ representam casos especiais de grande importância na estatística. Considerando uma distribuição de *quantis* representada por $x(p)$ pode-se expressar α_r e β_r da seguinte forma:

$$\alpha_r = \int_0^1 x(p)(1-p)^r dp \quad \text{eq. 3}$$

$$\beta_r = \int_0^1 x(p)p^r dp \quad \text{eq. 4}$$

Diversos autores, como Landwehr *et al.* (1979) e Hosking & Wallis (1986), utilizaram os MPP's α_r e β_r como base para a estimação de parâmetros de distribuições de probabilidades. Hosking & Wallis (1997) ponderam, entretanto, que α_r e β_r são de interpretação difícil, em termos das medidas de escala e forma de uma distribuição de probabilidades, e sugerem, para esse efeito, certas combinações lineares de α_r e β_r .

Desta forma, os momentos-L são definidos da seguinte forma:

$$\lambda_{r+1} = (-1)^r \sum_{k=0}^r l_{r,k} \alpha_k = \sum_{k=0}^r l_{r,k} \beta_k \quad \text{eq. 5}$$

onde,

$$l_{r,k} = (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} = \frac{(-1)^{r-k} (r+k)!}{(k!)^2 (r-k)!}$$

Os quatro primeiros momentos-L são:

$$\lambda_1 = \alpha_0 = \beta_0 \quad (\text{média ou momento-L de posição}) \quad \text{eq. 6}$$

$$\lambda_2 = \alpha_0 - 2\alpha_1 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (\text{momento-L de escala}) \quad \text{eq. 7}$$

$$\lambda_3 = \alpha_0 - 6\alpha_1 + 6\alpha_2 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad \text{eq. 8}$$

$$\lambda_4 = \alpha_0 - 12\alpha_1 + 30\alpha_2 - 20\alpha_3 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \quad \text{eq. 9}$$

Em termos de medidas de forma das distribuições, torna-se mais conveniente que os momentos-L sejam expressos em quantidades adimensionais. Estas são representadas pelos quocientes de momentos-L, dados por:

$$\tau_r = \frac{\lambda_r}{\lambda_2}, \quad r = 3, 4 \quad \text{eq. 10}$$

Os quocientes τ_3 e τ_4 representam, respectivamente, as medidas de assimetria e curtose. Analogamente, o coeficiente de variação pode ser representado por:

$$CV - L = \tau = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad \text{eq. 11}$$

11.2.3 – Momentos-L amostrais

A estimação dos MPP's e momentos-L, a partir de uma amostra finita de tamanho n , inicia-se com a ordenação de seus elementos constituintes em ordem crescente, ou seja, $x_{1:n} \leq x_{2:n} \leq \dots \leq x_{n:n}$. Um estimador não-enviesado do MPP β_r pode ser escrito como:

$$b_r = \hat{\beta}_r = \frac{1}{n} \sum_{j=r+1}^n \frac{(j-1)(j-2)\dots(j-r)}{(n-1)(n-2)\dots(n-r)} x_{j:r} \quad \text{eq. 12}$$

Os estimadores não enviesados de λ_r são os momentos-L amostrais dados pelas seguintes relações:

$$\ell_1 = b_0 \quad \text{eq. 13}$$

$$\ell_2 = 2b_1 - b_0 \quad \text{eq. 14}$$

$$\ell_3 = 6b_2 - 6b_1 + b_0 \quad \text{eq. 15}$$

$$\ell_4 = 20b_3 - 30b_2 + 12b_1 - b_0 \quad \text{eq. 16}$$

Analogamente aos quocientes mostrados nas equações 10 e 11, os quocientes de momentos-L amostrais são:

$$CV - L = t = \frac{\ell_2}{\ell_1} \quad \text{eq. 17}$$

$$Assimetria - L = t_3 = \frac{\ell_3}{\ell_2} \quad \text{eq. 18}$$

$$Curtose - L = t_4 = \frac{\ell_4}{\ell_2} \quad \text{eq. 19}$$

11.2.4 – Estimação de parâmetros por momentos-L

Um problema clássico da inferência estatística refere-se à estimação, a partir de uma amostra de tamanho n , dos $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ parâmetros que especificam uma determinada distribuição de probabilidades. Equivalentemente ao chamado método dos momentos, o método dos momentos-L consiste em se obter as estimativas dos parâmetros igualando-se os primeiros p momentos-L amostrais aos seus correspondentes populacionais. Esse procedimento irá resultar em um sistema de p equações e p incógnitas, cujas soluções pressupõem que os parâmetros sejam expressões de momentos-L.

11.2.5 – Medida de discordância

Em um grupo de amostras, a medida de discordância tem por objetivo identificar aquelas que apresentam características estatísticas muito discrepantes das grupais. A medida de discordância é expressa como uma estatística única envolvendo as estimativas dos quocientes de momentos-L CV-L (ou τ), assimetria-L (ou τ_3) e a curtose-L (ou τ_4). Em um espaço tridimensional de variação desses quocientes de momentos-L, a idéia é assinalar como discordantes as amostras cujos valores $\{\hat{\tau}, \hat{\tau}_3, \hat{\tau}_4\}$, representados por um ponto no espaço, afastam-se “demasiadamente” do núcleo de concentração das amostras do grupo.

Considere um vetor \hat{u}_i formado pelos quocientes de momentos-L, dado por:

$$\hat{u}_i = (\hat{t}^i \quad \hat{t}_3^i \quad \hat{t}_4^i)^T \quad \text{eq. 20}$$

onde τ , τ_3 e τ_4 são, respectivamente, o CV-L, a assimetria-L e a curtose-L. Considere, também, o vetor \hat{u}_m contendo a média regional dos quocientes de momentos-L dado por:

$$\hat{u}_m = \frac{\sum_{i=1}^N \hat{u}_i}{N} = \frac{1}{N} (\hat{t}^R \quad \hat{t}_3^R \quad \hat{t}_4^R)^T \quad \text{eq. 21}$$

Dada a matriz de covariância amostral S , definida por:

$$S = (N-1)^{-1} \sum_{i=1}^N (\hat{u}_i - \hat{u}_m)(\hat{u}_i - \hat{u}_m)^T \quad \text{eq. 22}$$

Hosking & Wallis (1995) definem a medida de discordância para o posto i da seguinte forma:

$$Di = \frac{N}{3(N-1)} (\hat{u}_i - \hat{u}_m)^T S^{-1} (\hat{u}_i - \hat{u}_m) \quad \text{eq. 23}$$

Os valores críticos para Di , a partir dos quais o posto deve ser considerado discordante da média regional, são dados na Tabela 33.

Tabela 33 – Valores críticos da medida de discordância

Nº de postos da região	$Di_{crit.}$
5	1,333
6	1,648
7	1,917
8	2,140
9	2,329
10	2,491
11	2,632
12	2,757
13	2,869
14	2,971
> 14	3,000

fonte: Hosking & Wallis (1995).

11.2.6 – Regiões homogêneas

Das etapas que compõem a análise regional de frequência de variáveis aleatórias, a identificação e delimitação de regiões homogêneas é considerada a mais difícil e mais sujeita a subjetividades. Uma região é homogênea se existem evidências suficientes de que as diferentes amostras do grupo possuem a mesma distribuição de frequências, a menos, é claro, do fator de escala local.

Em uma região homogênea, todos os indivíduos possuem os mesmos quocientes de momentos-L populacionais. Entretanto, as suas estimativas, ou seja, os quocientes de momentos-L calculados a partir das amostras, serão diferentes devido às flutuações amostrais. Portanto, é natural questionar se a dispersão dos quocientes de momentos-L amostrais, calculados para um certo conjunto de postos, é maior do que aquela que se esperaria encontrar em uma região homogênea. Essencialmente, é essa a lógica empregada para a construção da medida de heterogeneidade regional.

Considere que uma dada região contenha N postos de observação, cada um deles indexado por i , com amostra de tamanho n_i e quocientes de momentos-L amostrais representados por t^i , t_3^i e t_4^i . Considere também que t^R , t_3^R e t_4^R , denotam, respectivamente, as médias regionais dos quocientes CV-L, assimetria-L e curtose-L. Hosking & Wallis (1997) recomendam que a medida de heterogeneidade seja calculada com base na dispersão observada e simulada do CV-L. O cálculo do desvio-padrão observado dos CV-L é feito pela seguinte equação:

$$V = \left[\frac{\sum_{i=1}^N n_i (t^i - t^R)^2}{\sum_{i=1}^N n_i} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{eq. 24}$$

Para o cálculo do desvio-padrão simulado do CV-L é utilizada a distribuição Kapa de 4 parâmetros. São simuladas 500 regiões homogêneas e calculados os desvios-padrão de cada região (V_j) pela equação 24. Em seguida, calcula-se o desvio-padrão médio das regiões simuladas.

A medida de heterogeneidade H é uma comparação dos desvios observados e simulados.

$$H = \frac{V - \mu_V}{\sigma_V} \quad \text{eq. 25}$$

onde:

V é o desvio-padrão observado do CV-L;

μ_V é a média dos desvios-padrão de CV-L para as 500 regiões simuladas; e

σ_V é o desvio-padrão dos desvios-padrão de CV-L para as 500 regiões simuladas de acordo com a equação 26.

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{500} (V_j - \mu_V)^2}{499}} \quad \text{eq. 26}$$

De acordo com o teste de significância, proposto por Hosking & Wallis (1997), se $H < 1$, considera-se a região como “aceitavelmente homogênea”; se $1 < H < 2$, a região é “possivelmente heterogênea” e, finalmente, se $H > 2$, a região deve ser classificada como “definitivamente heterogênea”.

11.2.7 – Teste de aderência e escolha da distribuição de frequência regional

Em uma região homogênea, os quocientes de momentos-L individuais flutuam em torno de suas médias regionais. Na maioria dos casos, as distribuições de probabilidades candidatas a modelar o comportamento da variável em estudo possuem parâmetros de posição e escala que reproduzem a média e o L-CV regionais. Portanto, a aderência de uma certa distribuição aos dados regionais deve se basear necessariamente em momentos-L de ordem superior. Hosking & Wallis (1997) consideram suficientes a assimetria-L e a curtose-L. Logo, pode-se julgar a aderência pelo grau com que uma certa distribuição aproxima as médias regionais de assimetria-L e curtose-L.

Para calcular a aderência de uma distribuição de três parâmetros (*dist*) quaisquer aos valores regionais dados pelos momentos-L regionais $1, \bar{t}, \bar{t}_3, \bar{t}_4$, Hosking & Wallis (1997) propuseram o seguinte esquema de cálculo:

- ajusta-se aos momentos-L regionais a distribuição de frequência em análise;
- calcula-se a curtose-L para esta distribuição (τ_4^{dist});
- ajusta-se a distribuição Kapa aos momentos-L regionais;
- simula-se m regiões homogêneas com a distribuição Kapa;
- calcula-se a assimetria-L regional (\bar{t}_3^m) e a curtose-L regional (\bar{t}_4^m) para cada uma das m regiões simuladas;
- calcula-se o viés (β_4) da curtose-L regional (\bar{t}_4) pela equação 27;

$$\beta_4 = \frac{\sum_{m=1}^{500} (\bar{t}_4^m - \bar{t}_4)}{500} \quad \text{eq. 27}$$

- calcula-se o desvio-padrão da curtose-L regional (\bar{t}_4) pela equação 28;

$$\sigma_4 = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^{500} (\bar{t}_4^m - \bar{t}_4)^2 - 500\beta_4^2}{500}} \quad \text{eq. 28}$$

- calcula-se a medida de aderência Z pela equação 29;

$$Z^{dist} = \frac{\tau_4^{dist} - \bar{t}_4 + \beta_4}{\sigma_4} \quad \text{eq. 29}$$

- a distribuição se ajusta adequadamente se $|Z^{dist}| \leq 1,64$

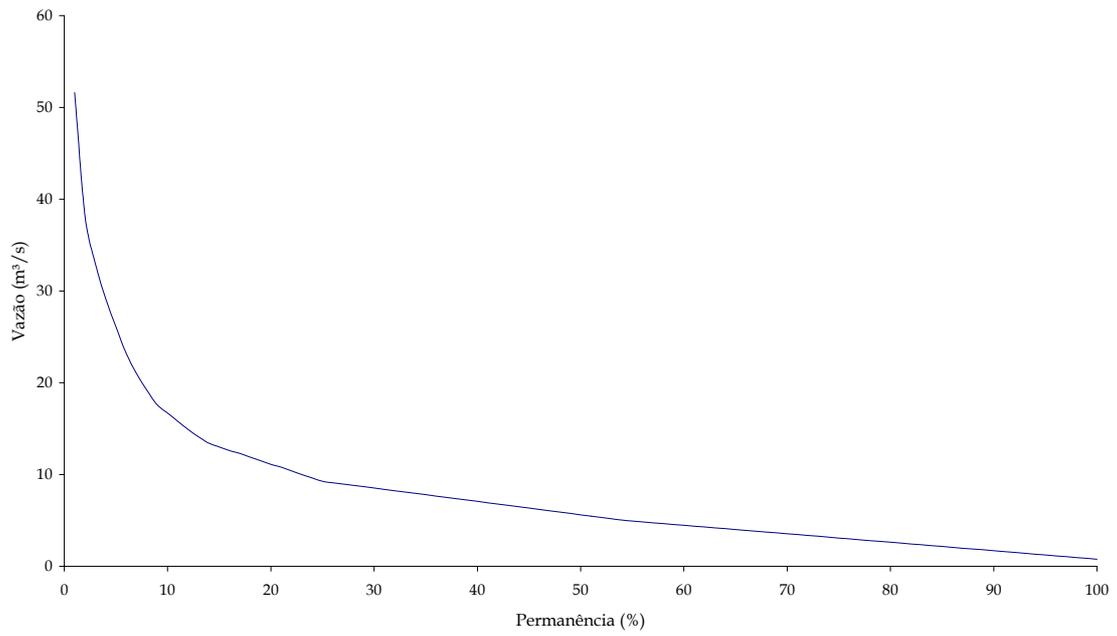
11.3 – Metodologia para regionalização de vazões de permanência

A curva de permanência ou de duração é obtida da frequência da ocorrência das vazões ou níveis de uma determinada bacia. Esta curva retrata a parcela do tempo que uma determinada vazão é igualada ou superada durante o período analisado.

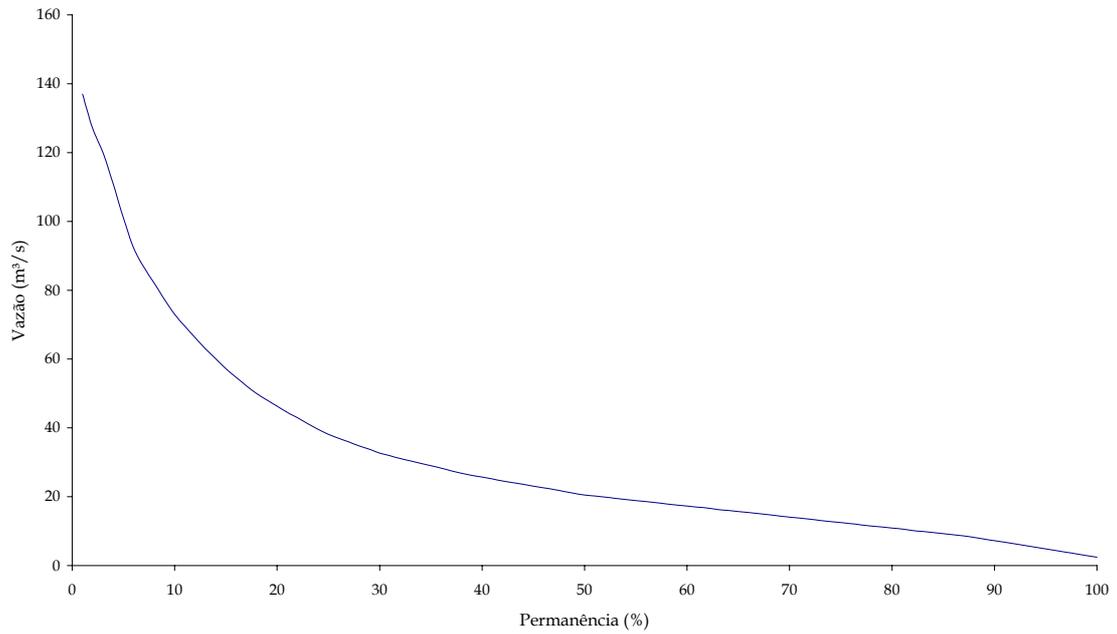
A curva de permanência é utilizada quando se deseja conhecer a permanência no tempo de determinados valores. As curvas de permanência para cada estação considerada estão apresentadas a seguir:

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Curva de permanência (42250000)

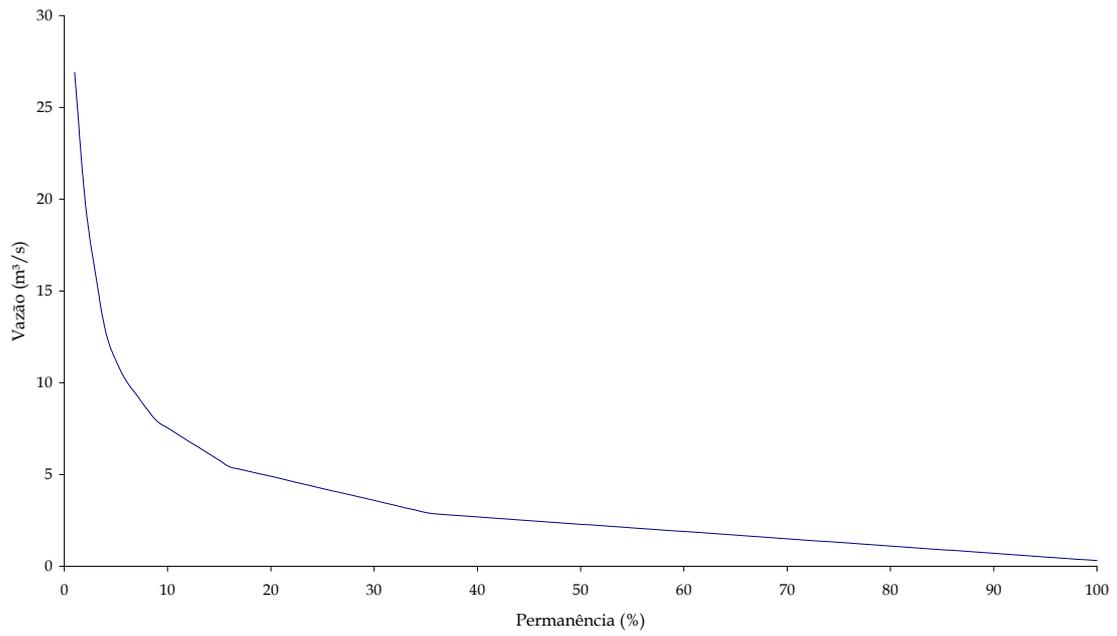


Curva de permanência (42251000)

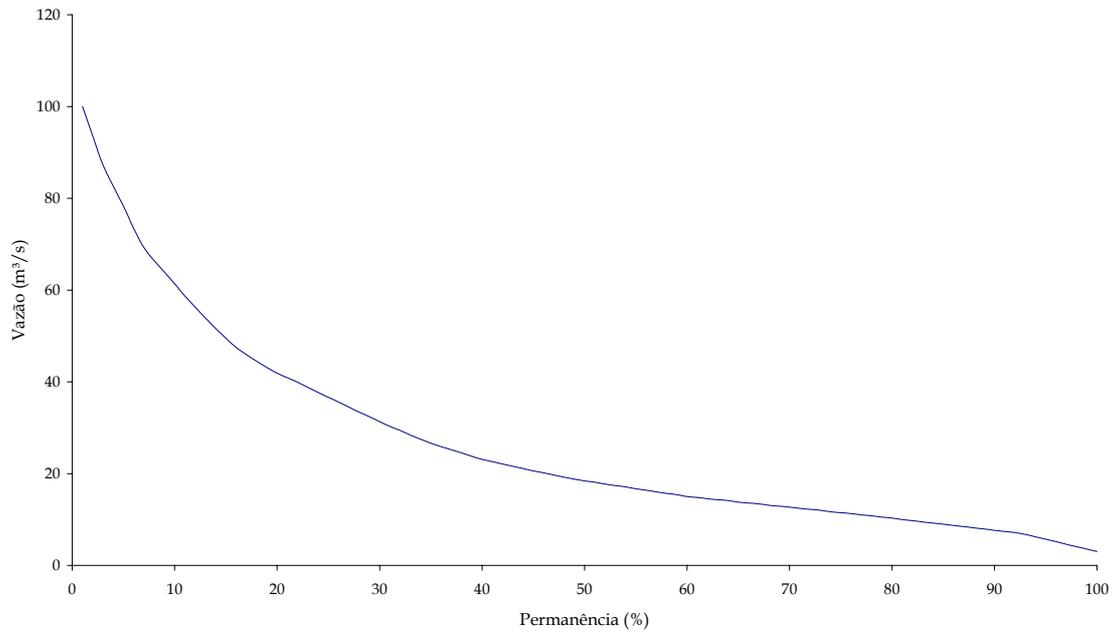


Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

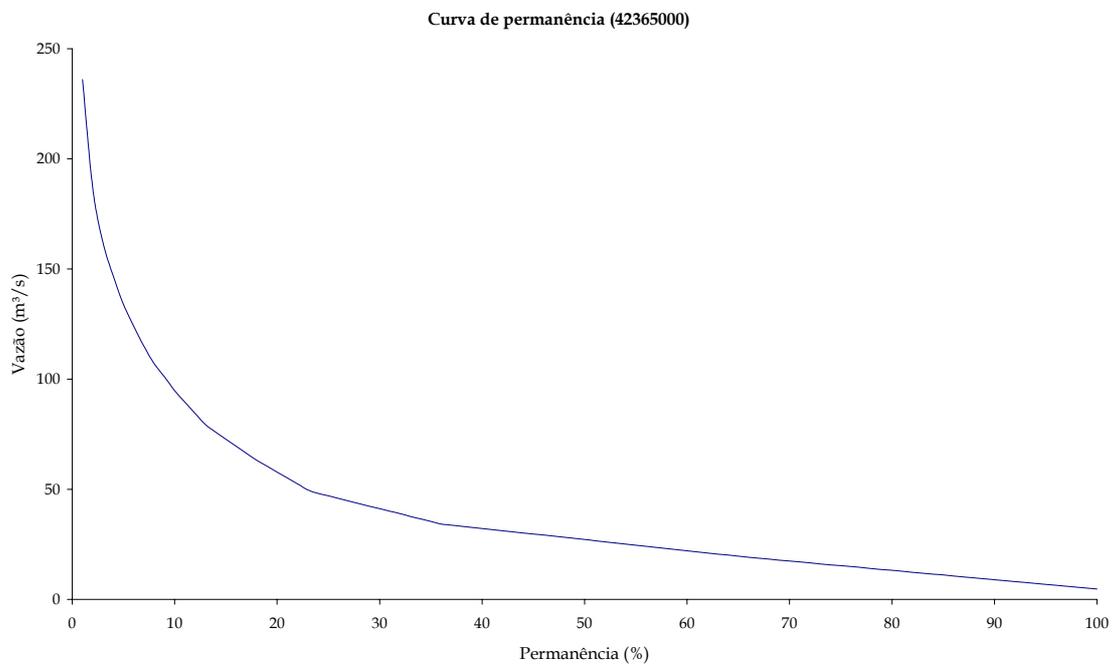
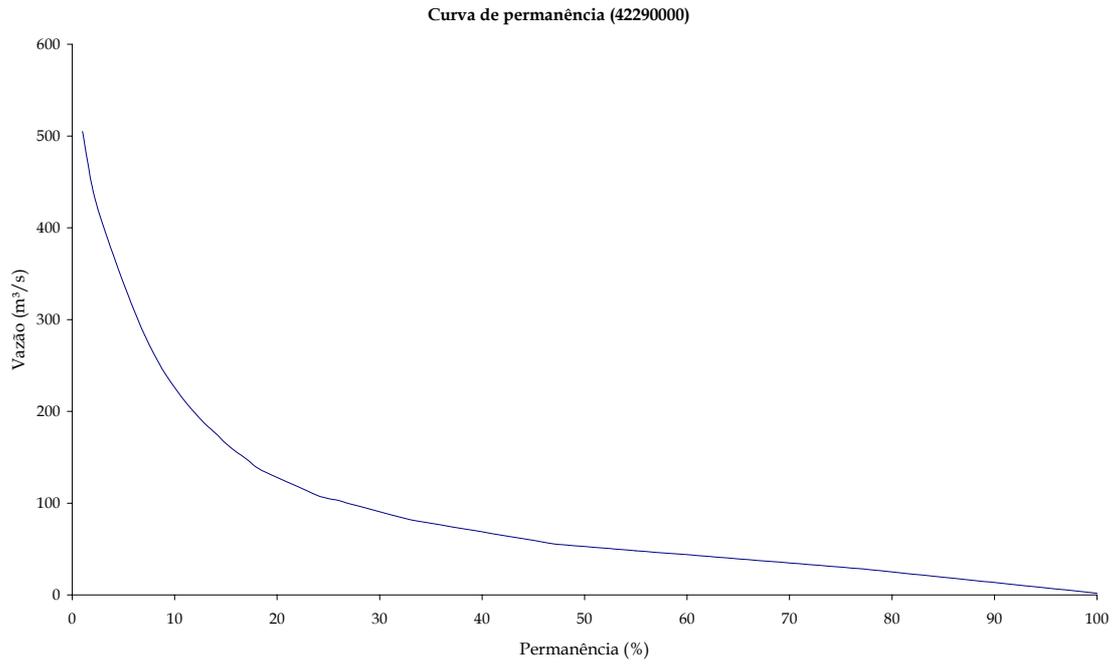
Curva de permanência (42255000)



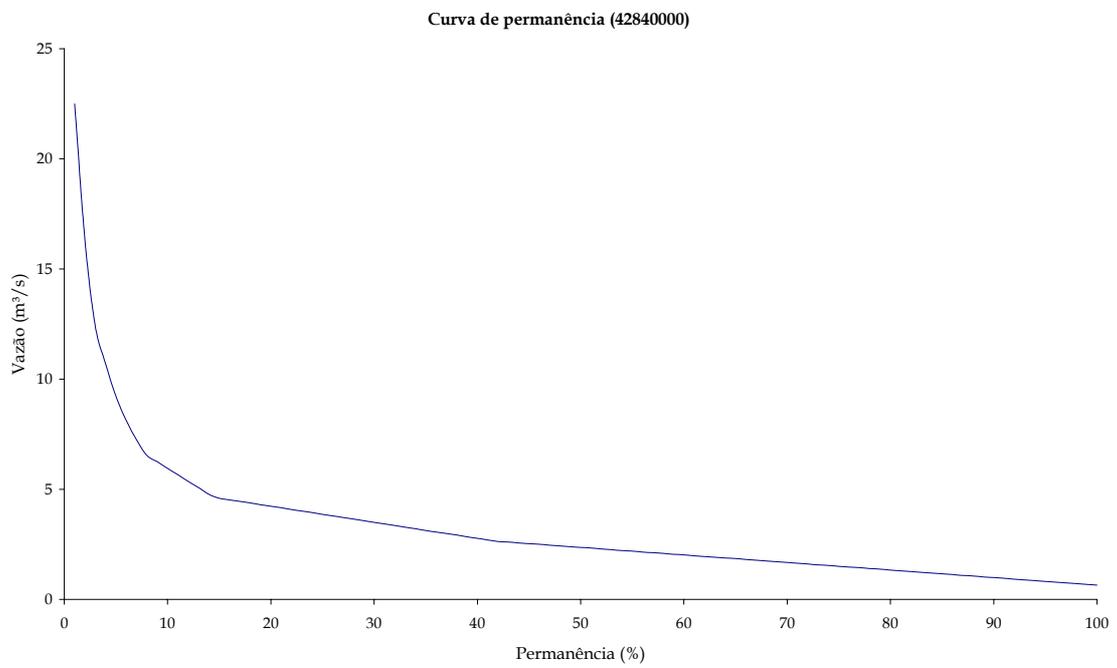
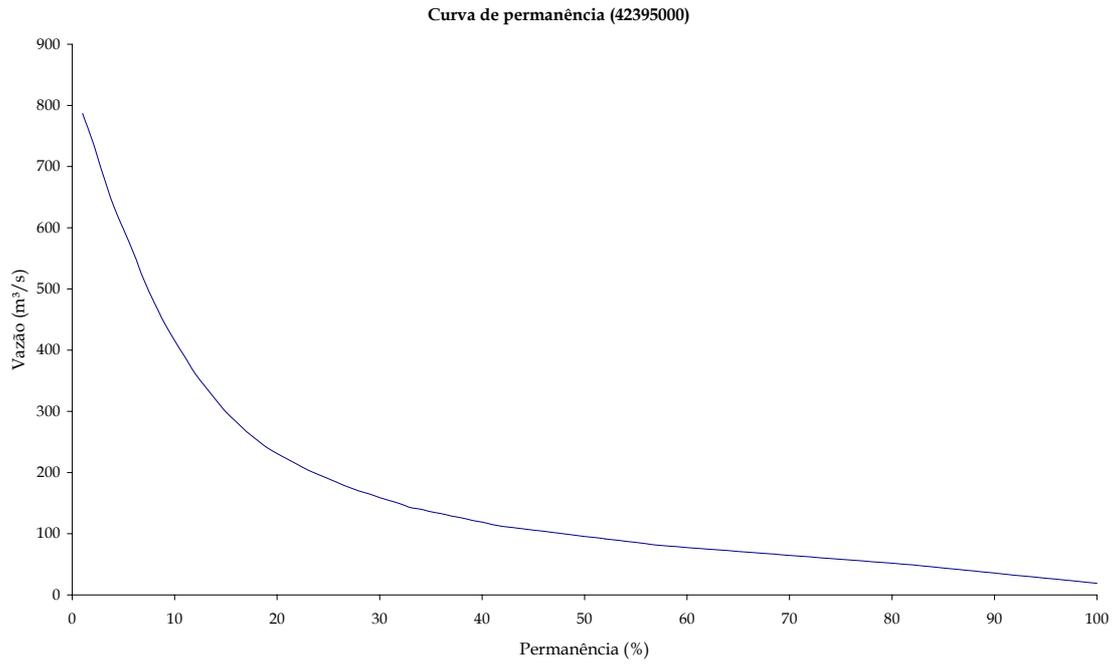
Curva de permanência (42257000)



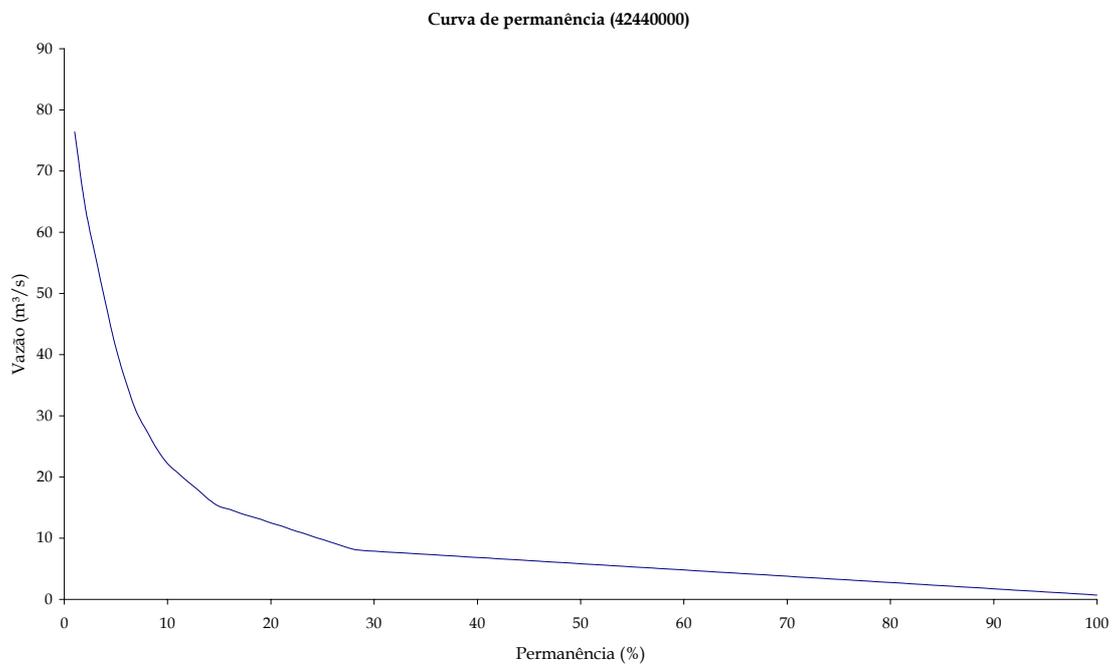
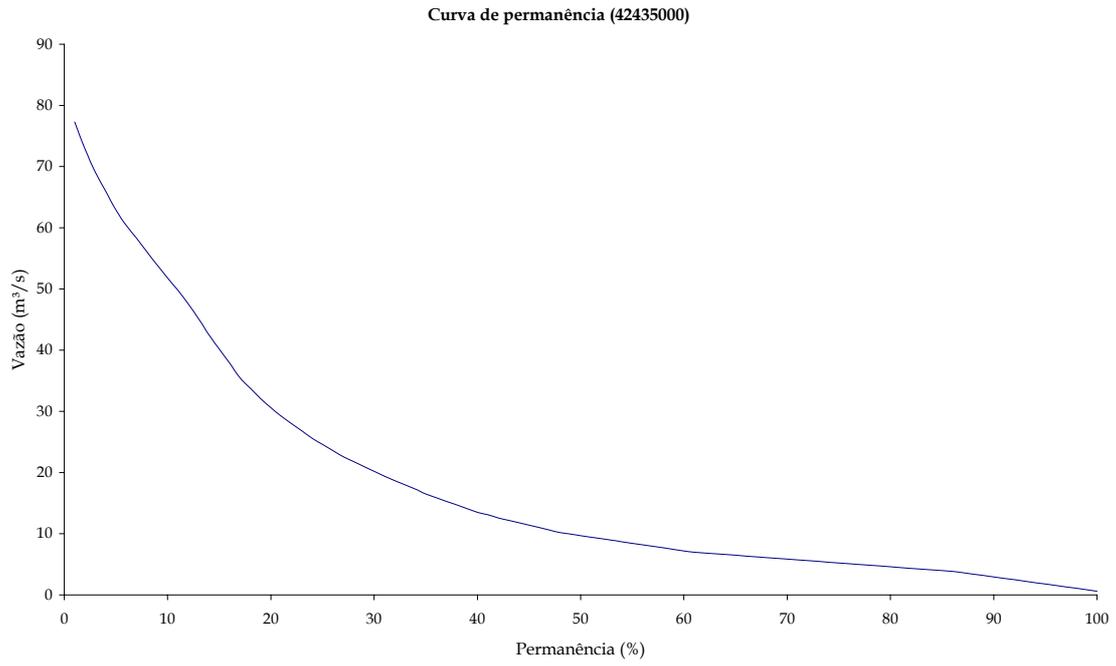
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



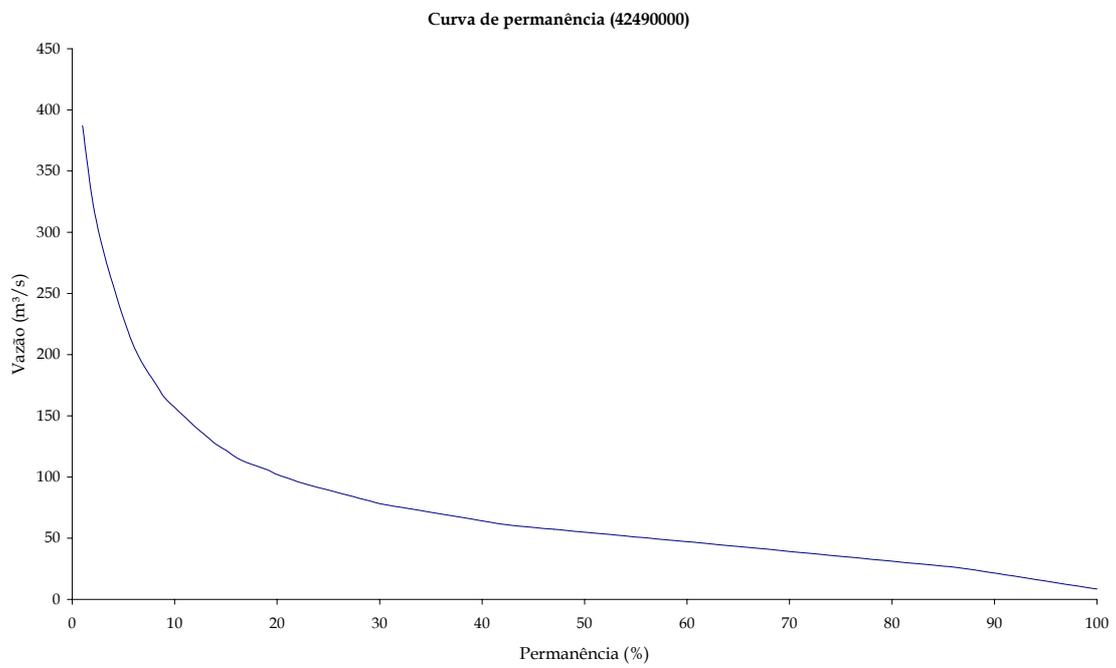
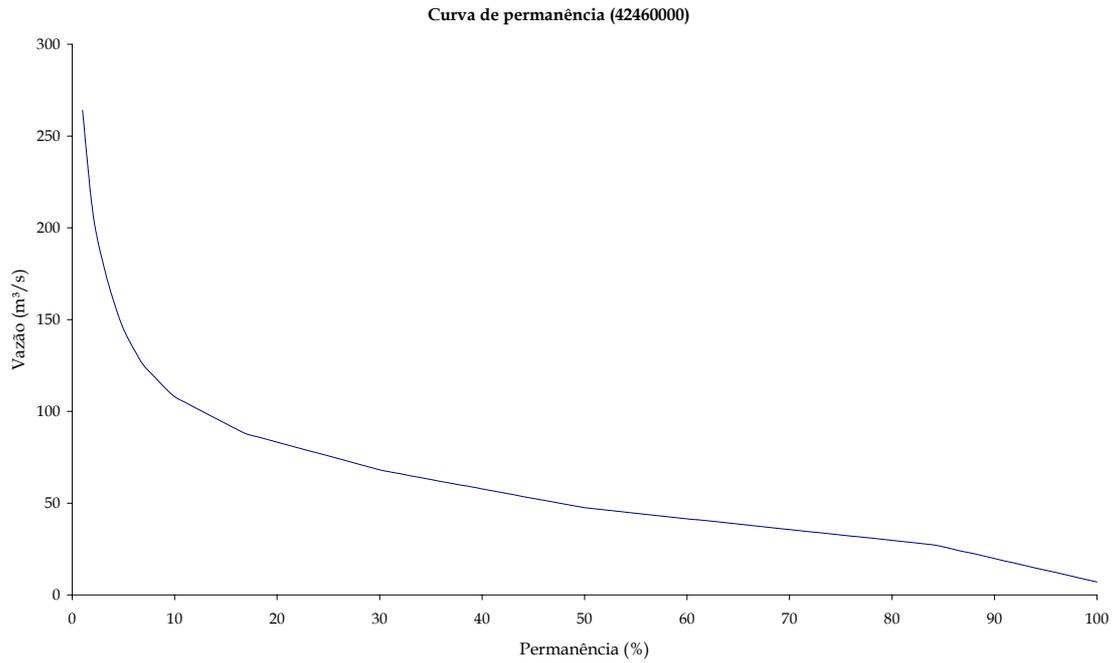
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



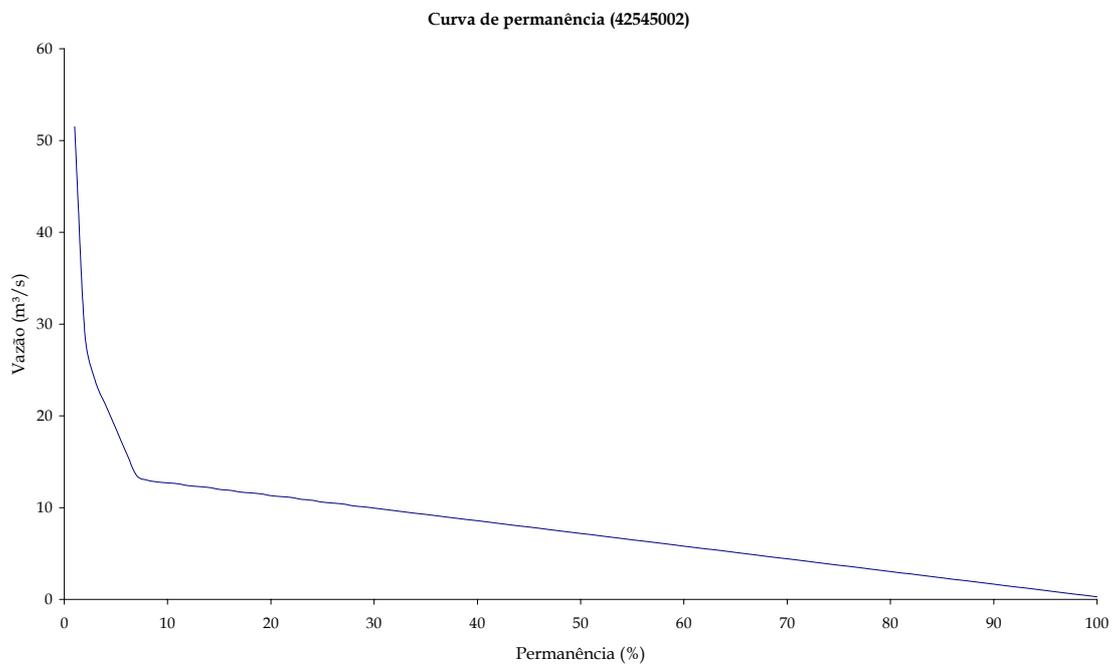
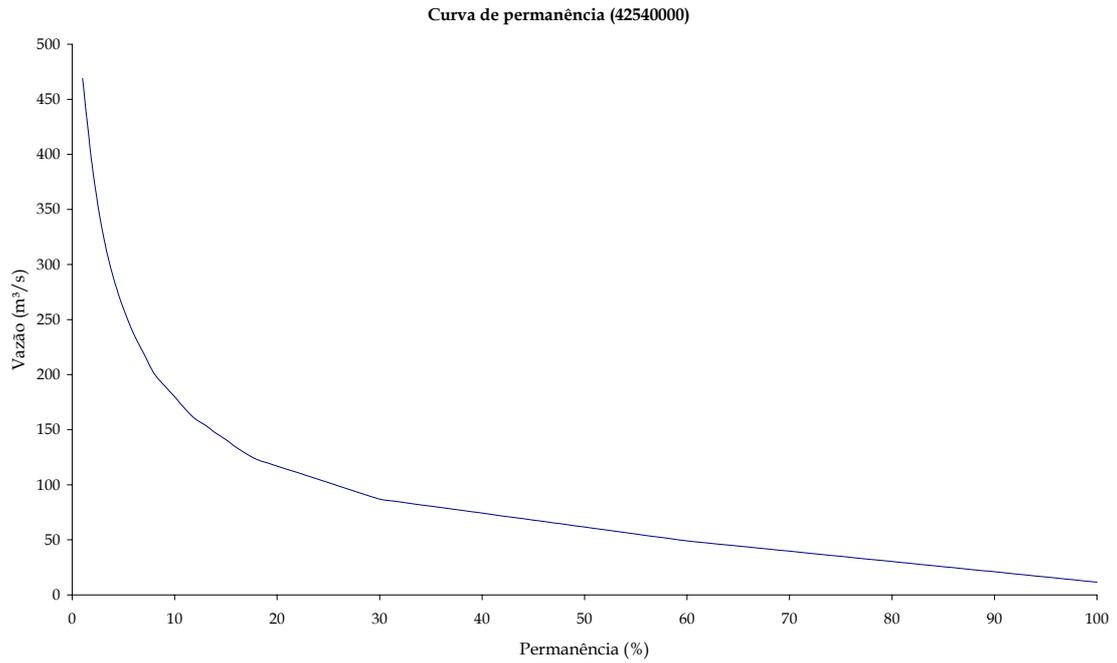
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



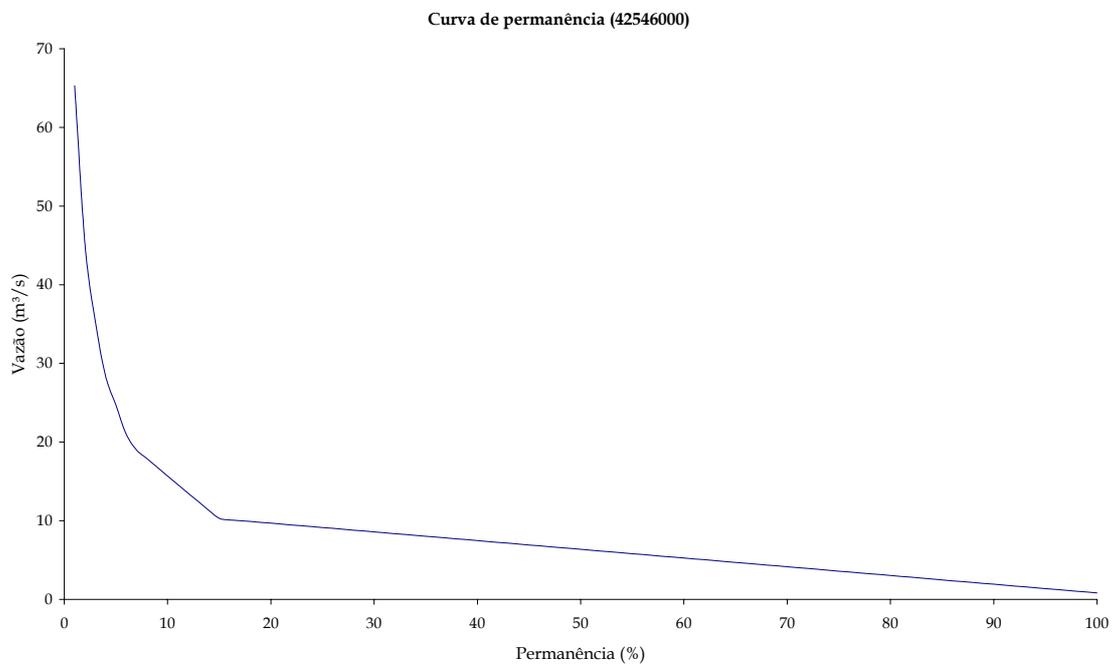
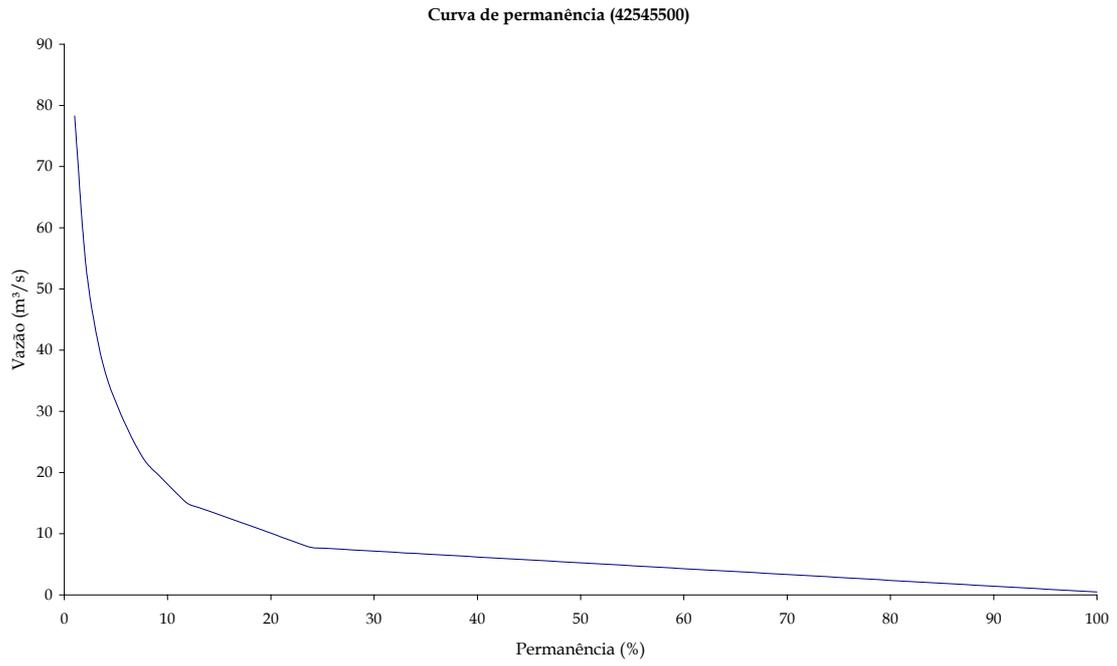
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



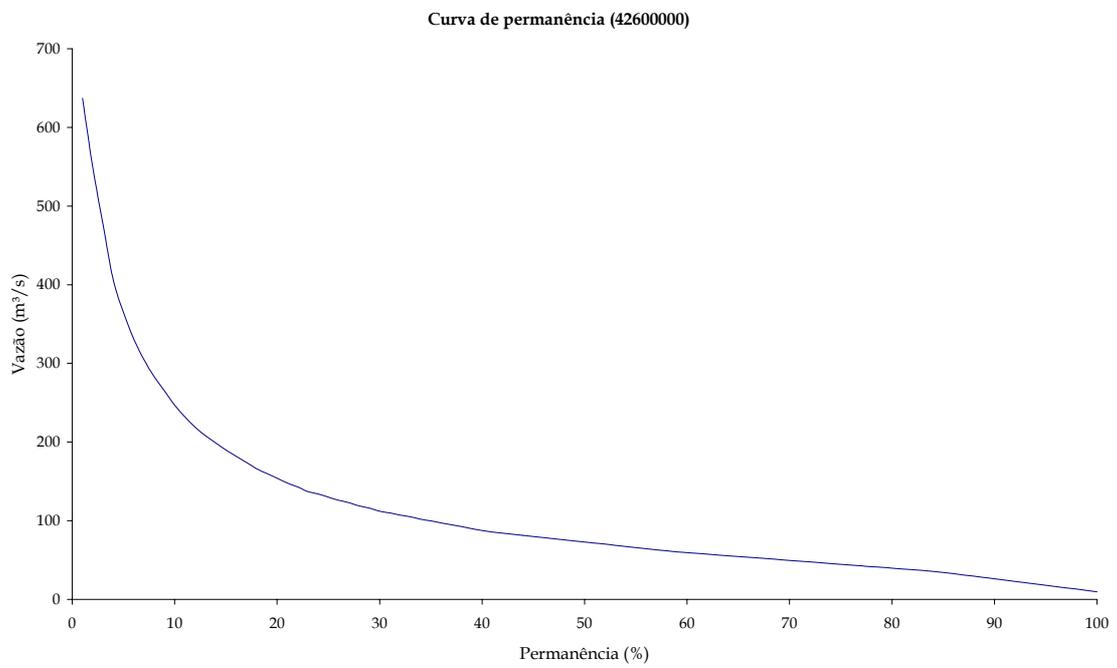
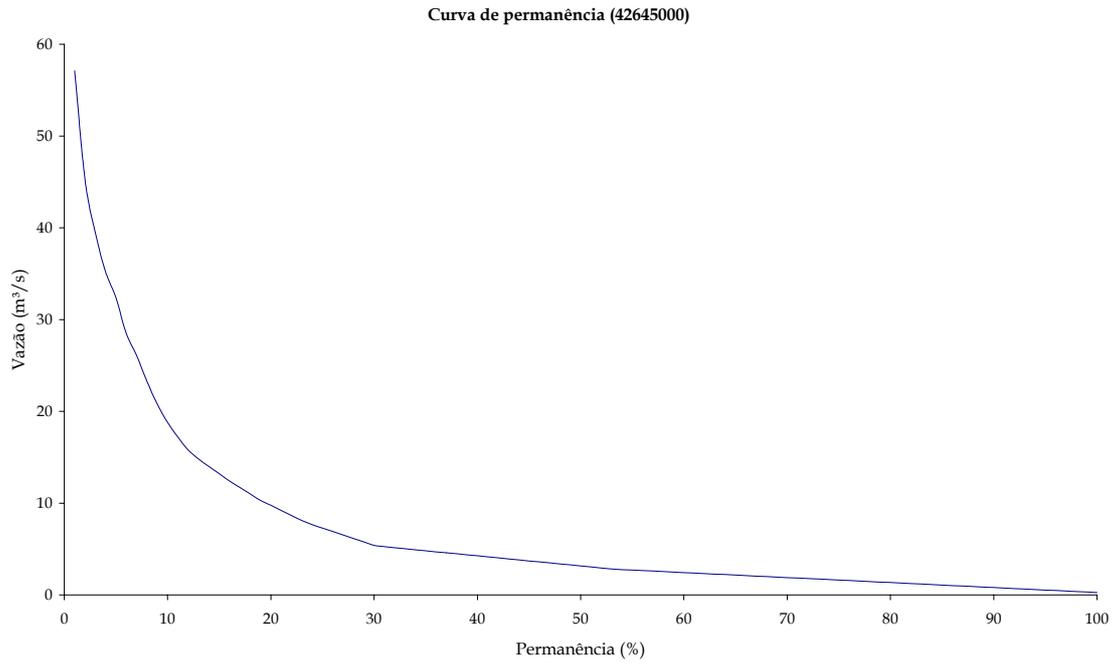
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



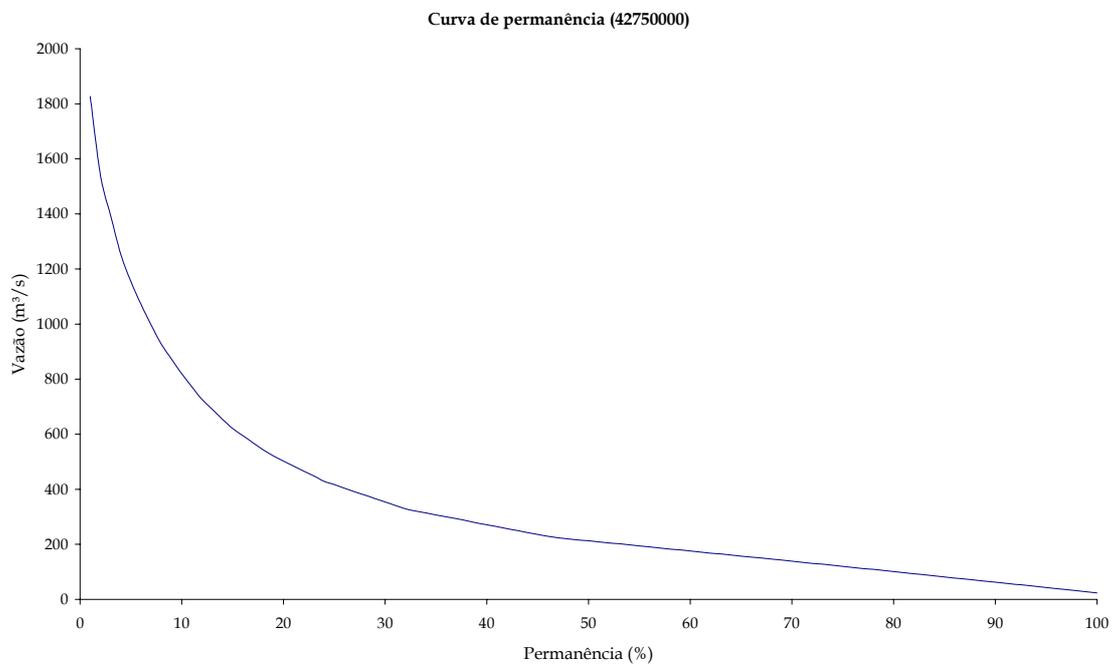
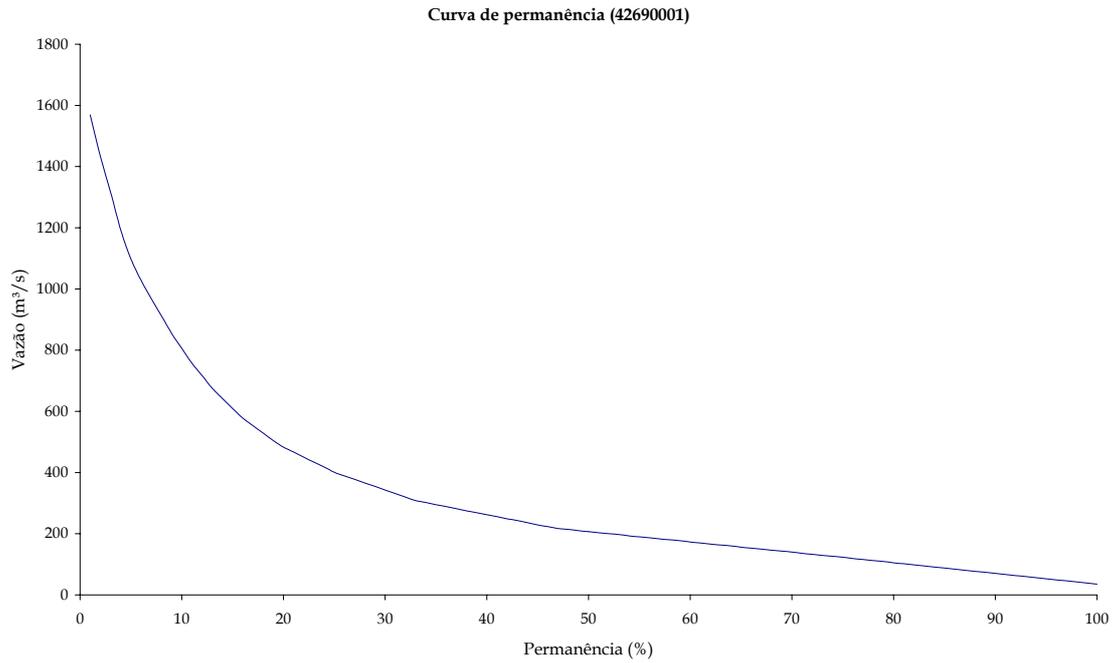
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



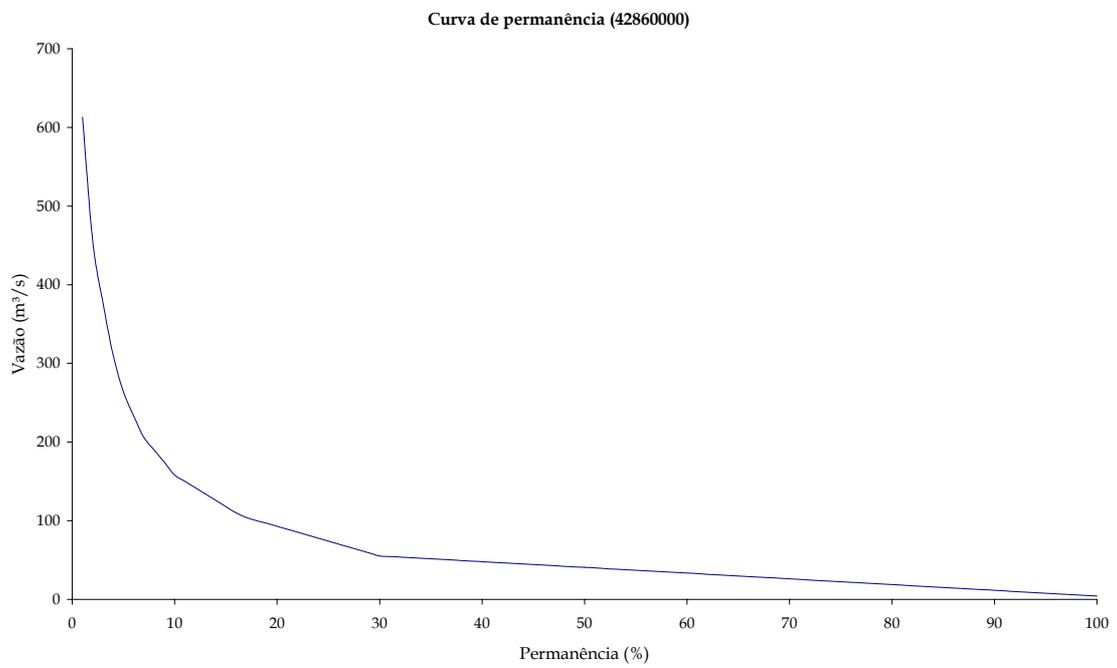
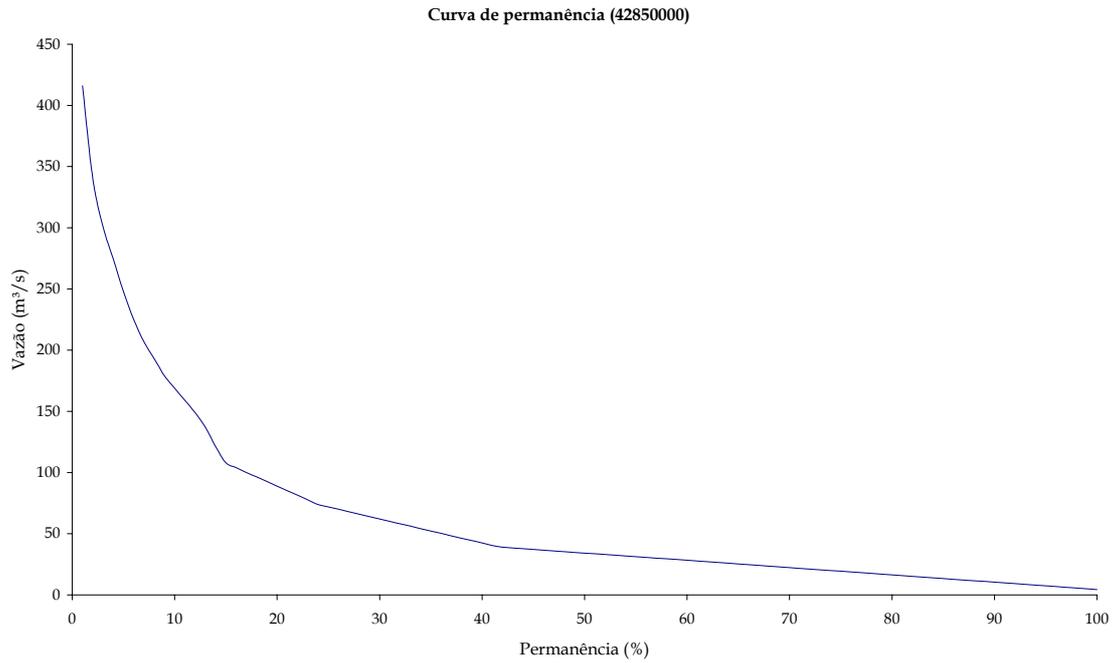
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



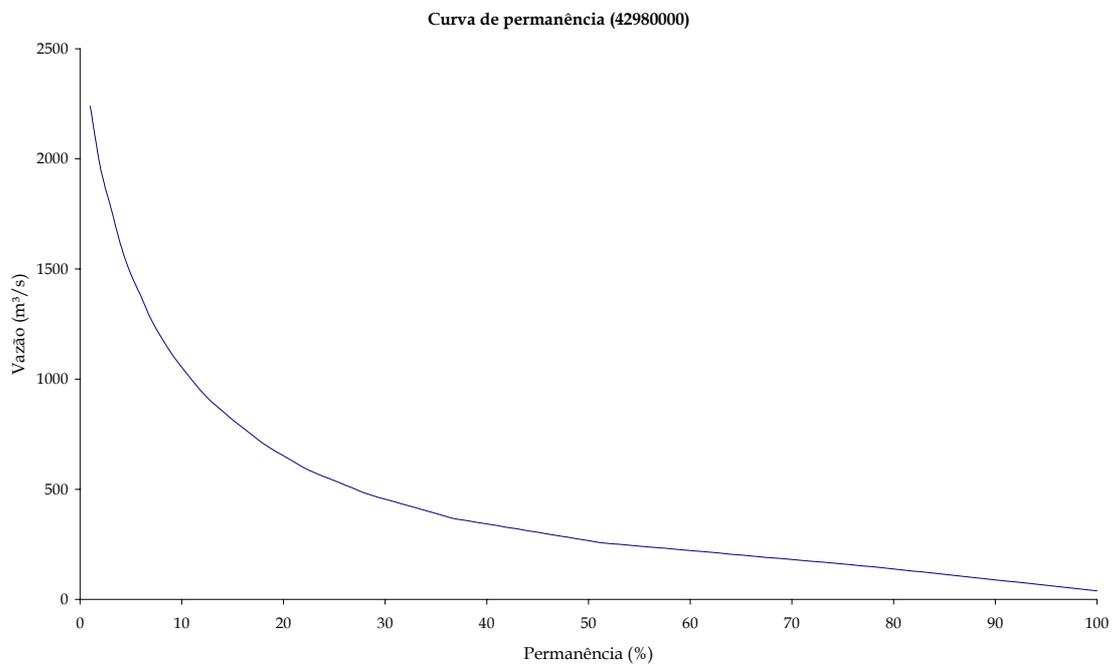
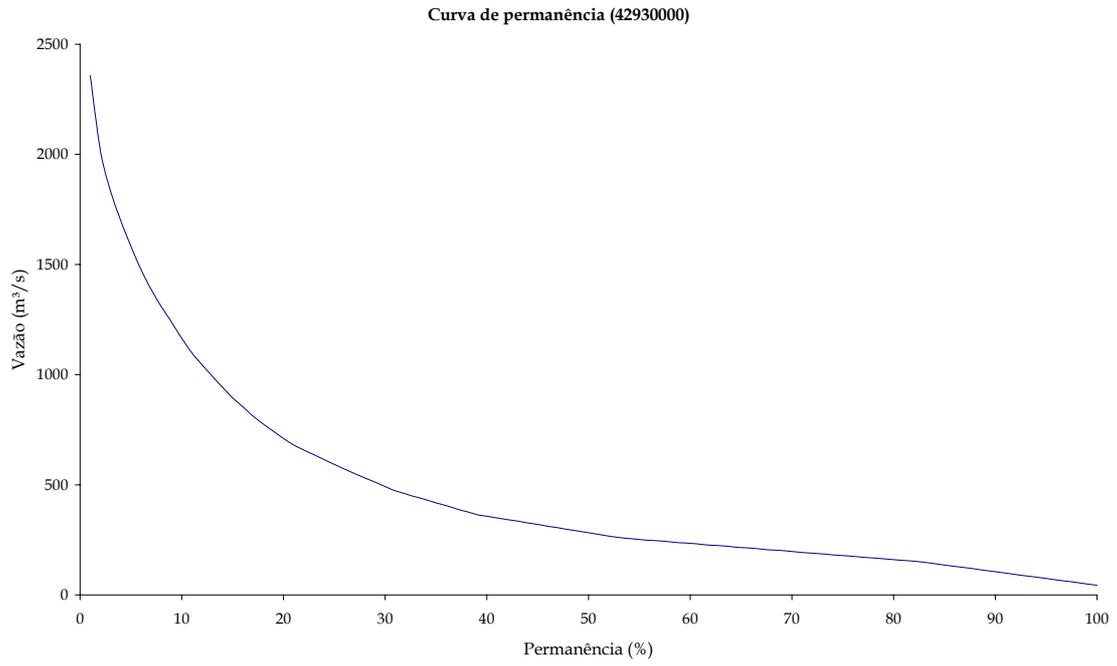
Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



A curva de permanência regional é obtida pelo ajuste de uma equação empírica do tipo exponencial da forma:

$$Q = \exp(aP + b) \quad \text{eq. 30}$$

onde:

P - é a probabilidade (valores entre 0 e 1);

a e b - coeficientes estimados através de valores característicos da bacia.

A estimação dos parâmetros a e b pode ser feita através das equações 31 e 32 que considera a aplicação da equação 30 em dois pontos da curva de permanência: P_1 e P_2 .

$$a = -\frac{\ln\left(\frac{Q_{P_1}}{Q_{P_2}}\right)}{P_2 - P_1} \quad \text{eq. 31}$$

$$b = \ln(Q_{P_1}) - P_1 \cdot a \quad \text{eq. 32}$$

A seqüência de cálculo sugerida por Tucci (2000) é a seguinte:

- Determinar a curva de permanência de cada posto fluviométrico;
- Determinar as vazões de 50 e 95% da curva de permanência;
- Verificar com alguns postos se estas vazões estimam a faixa da curva de permanência que se deseja regionalizar (usualmente entre 30 a 95%). Considerando que a vazão de 95% é uma das mais utilizadas e que o trecho até cerca de 30 a 40% são os limites superiores de vazão utilizados da curva, utilizou-se a vazão de 50% como a segunda vazão para a definição da curva exponencial;
- Estabelecer as equações de regressão de Q_{50} e Q_{95} com características físicas;
- Determinar a equação empírica da região com base na equação 30;
- Verificar os resultados com alguns postos como amostra.

A definição das regiões homogêneas foi realizada a partir da análise das tendências apresentadas nos gráficos representativos das vazões características Q_{50} e Q_{95} e das áreas de drenagem de todas as estações intervenientes. Considerou-se nesta análise as características físicas e climáticas. Levou-se em consideração as regiões homogêneas definidas para as vazões mínimas, de modo a facilitar a análise dos diversos indicadores de disponibilidade hídrica.

11.4 – Regiões homogêneas

11.4.1 – Vazões mínimas

A definição das regiões foi realizada através do método das *K*-médias (*K-means clustering*). O objetivo do método é formar *K* grupos que são os mais distintos entre si. Este método assume que o número de grupos *K* é conhecido *a priori*. O método pode ser visualizado como uma análise de variância ao revés. Inicialmente são formados *K* grupos aleatórios, em seguida os elementos são deslocados de um grupo para o outro com o objetivo de minimizar a variabilidade intragrupo e maximizar a variabilidade entre os grupos.

Inicialmente, dividiu-se a bacia em regiões com similaridades geológicas, definindo, assim, o número de *clusters* da análise. A homogeneidade de cada região foi verificada pela *medida de heterogeneidade* definida na equação 25. A bacia foi dividida em três regiões, e a análise de *cluster* foi feita a partir de das seguintes variáveis: latitude/longitude, área de drenagem (km^2), precipitação média anual (mm), declividade média do curso d'água principal (m/m), comprimento do talvegue principal (km).

As Tabelas 34, 35 e 36 mostram as estações consideradas em cada região homogênea, bem como as estatísticas L calculadas. A Figura 25 mostra a disposição geográfica de cada região. Nas Tabelas 34, 35 e 36 tem-se:

N	número de dados considerados
CV-L	coeficiente de variação L
Assim-L	assimetria L
Curt-L	curtose L
D(i)	medida de discordância

Tabela 34 – Região homogênea RPM 1 (mínimas)

Região - RPM 1						
Medida de heterogeneidade		0,68				
ID	Código	N	CV-L	Assim-L	Curt-L	D(i)
1	42250000	23	0,2464	0,1726	0,2356	1,24
2	42251000	15	0,2577	0,0453	0,0390	1,74
3	42255000	23	0,2789	0,2699	0,1829	0,79
4	42257000	22	0,2302	0,1401	0,1235	0,05
5	42290000	31	0,2564	0,1034	0,1423	0,54
6	42365000	21	0,2439	0,2798	0,1289	1,15
7	42395000	39	0,2103	0,1671	0,1142	0,63
8	42840000	23	0,1509	-0,0113	0,1645	1,87

Tabela 35 – Região homogênea RPM 2 (mínimas)

Região - RPM 2						
Medida de heterogeneidade 0,42						
ID	Código	N	CV-L	Assim-L	Curt-L	D(i)
1	42435000	21	0,2348	-0,0604	0,1486	0,86
2	42440000	21	0,2605	0,1666	0,1050	0,53
3	42460000	24	0,2362	0,1771	0,1217	0,37
4	42490000	32	0,2453	0,1452	0,1579	0,55
5	42540000	38	0,2250	0,2186	0,1197	0,81
6	42545002	16	0,1266	0,1034	0,3094	2,36
7	42545500	25	0,2344	0,0190	0,0468	1,01
8	42546000	27	0,1837	-0,0636	0,1139	1,43
9	42645000	11	0,2557	-0,0584	0,1221	1,08

Tabela 36 – Região homogênea RPM 3 (mínimas)

Região - RPM 3						
Medida de heterogeneidade 0,01						
ID	Código	N	CV-L	Assim-L	Curt-L	D(i)
1	42600000	46	0,2468	0,1639	0,1017	0,35
2	42690001	39	0,2167	0,1908	0,1203	0,93
3	42750000	40	0,2551	0,1581	0,0761	0,39
4	42850000	19	0,2728	0,1619	0,0150	1,20
5	42860000	29	0,2284	0,2182	0,1684	1,44
6	42930000	21	0,1849	0,0021	0,1554	1,93
7	42980000	46	0,2356	0,2133	0,0898	0,75

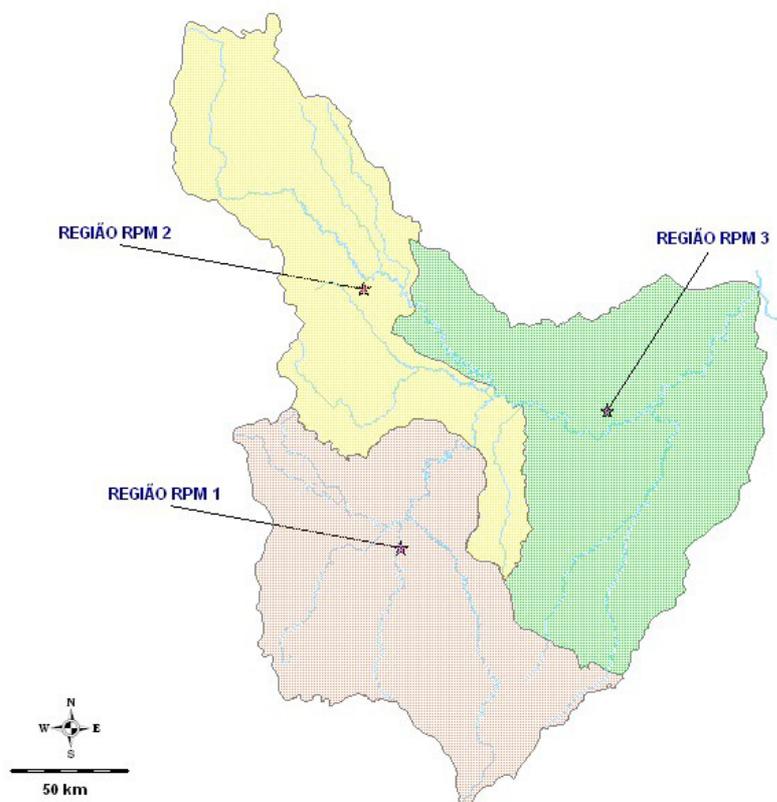


Figura 25 – Regiões homogêneas para vazões mínimas

11.4.2 – Vazões de permanência

A definição das regiões homogêneas foi realizada a partir da análise das tendências apresentadas nos gráficos representativos das vazões características Q_{50} e Q_{95} e das áreas de drenagem de todas as estações intervenientes. Além disso, foi realizada a análise de *cluster* a partir das variáveis geomorfológicas e climáticas da região. A Tabela 37 mostra as estações consideradas em cada região homogênea. A Figura 26 mostra a disposição geográfica de cada região.

Tabela 37 – Estações consideradas em cada região homogênea de vazões de permanência

Região	Código	Q_{50} m ³ /s	Q_{95} m ³ /s
RPP1	42250000	5,61	1,23
RPP1	42251000	20,50	4,85
RPP1	42255000	2,29	0,51
RPP1	42257000	18,40	5,69
RPP1	42290000	52,70	7,68
RPP1	42365000	27,20	6,82
RPP1	42395000	95,70	27,30
RPP1	42435000	9,69	1,78
RPP1	42440000	5,83	1,22
RPP1	42645000	3,16	0,53
RPP1	42840000	2,36	0,82
RPP2	42460000	47,50	13,40
RPP2	42490000	54,90	15,00
RPP2	42540000	61,60	16,30
RPP2	42545002	7,18	0,97
RPP2	42545500	5,25	0,95
RPP2	42546000	6,37	1,38
RPP3	42600000	73,00	18,00
RPP3	42690001	207,00	52,80
RPP3	42750000	213,00	43,20
RPP3	42850000	34,20	7,44
RPP3	42860000	40,70	7,85
RPP3	42930000	282,00	74,60
RPP3	42980000	267,00	63,90

11.5 – Equações de regressão para o fator *index-flood*

11.5.1 – Vazões mínimas

Para a aplicação do método *index-flood* é necessário obter um modelo que relacione o coeficiente μ_i com as características físicas e climáticas da bacia. No caso de vazões mínimas de sete dias de duração, o índice μ_i é a $Q_{7,méd}$, ou seja, a vazão mínima média

de sete dias de duração. Assim, para cada região homogênea, definiu-se um modelo de regressão a partir dos dados fisiográficos e climáticos da bacia, mostrados na Tabela 31.

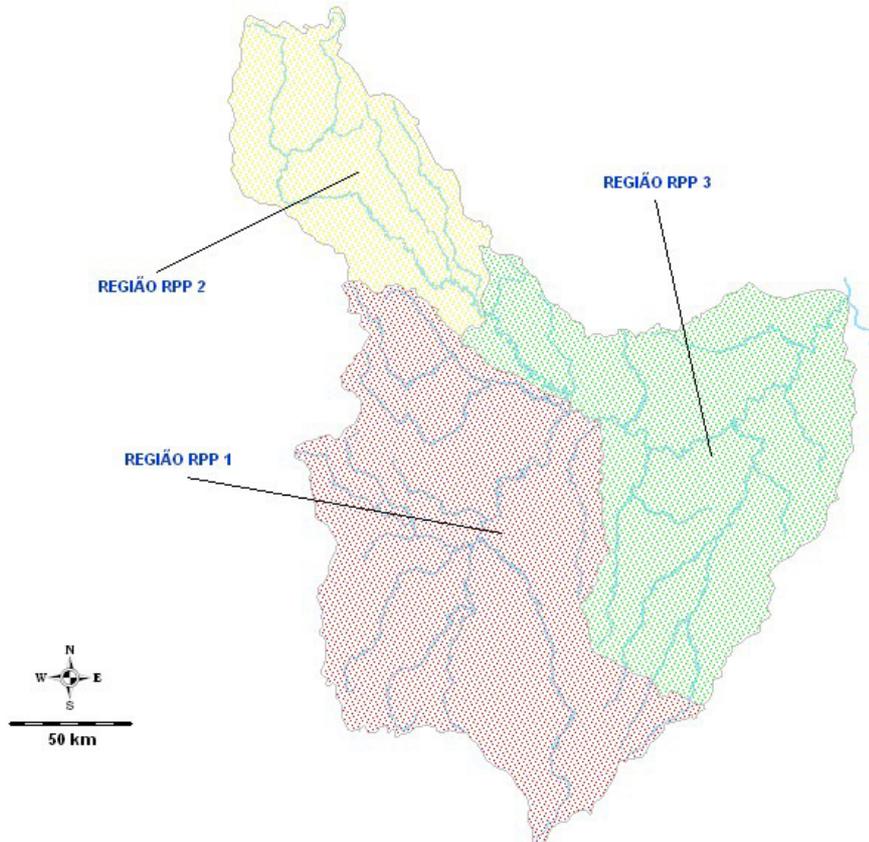


Figura 26 – Regiões homogêneas para vazões de permanência

A definição do modelo a ser adotado foi realizada a partir das estatísticas dos resultados da regressão, ou seja, do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajus}), do teste de parte de um modelo de regressão múltipla (Teste F parcial), do teste dos coeficientes de regressão (Teste t) e do teste F para verificação da não aleatoriedade das relações estabelecidas. As Tabelas 38, 39 e 40 mostram os coeficientes de correlação entre cada variável do modelo e as Tabelas 41, 42 e 43 mostram os modelos analisados e o selecionado. Nas Tabelas 38 a 43 $Q_{7,med}$ é a vazão mínima média de sete dias de duração em m^3/s , A é a área de drenagem em km^2 , L é o comprimento do talvegue principal em km , I é a declividade longitudinal média em m/m e P é a precipitação média anual em mm .

Tabela 38 – Coeficientes de correlação para a região RPM 1 (vazões mínimas)

Região RPM 1					
	Q _{7,med}	A	L	I	P
Q _{7,med}	1				
A	0,9891	1			
L	0,9369	0,9090	1		
I	-0,0449	-0,0425	-0,3245	1	
P	-0,1799	-0,1812	0,0060	-0,3922	1

Tabela 39 – Coeficientes de correlação para a região RPM 2 (vazões mínimas)

Região RPM 2					
	Q _{7,med}	A	L	I	P
Q _{7,med}	1				
A	0,9701	1			
L	0,8247	0,8387	1		
I	-0,4658	-0,3647	-0,5247	1	
P	0,6948	0,5678	0,6958	-0,8339	1

Tabela 40 – Coeficientes de correlação para a região RPM 3 (vazões mínimas)

Região RPM 3					
	Q _{7,med}	A	L	I	P
Q _{7,med}	1				
A	0,9887	1			
L	0,8064	0,7696	1		
I	0,8571	0,8982	0,4180	1	
P	0,8425	0,7860	0,6737	0,6542	1

Tabela 41 – Modelos de regressão para a região RPM 1 (vazão mínima)

Região RPM 1				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{7,med} = 1224,6.A^{0,5136}.L^{0,7507}.P^{-1,5989}.I^{0,1846}$	0,9859	123,69
2	3	$Q_{7,med} = 259030,2.A^{0,6296}.L^{0,4699}.P^{-2,3891}$	0,9795	112,69
3	2	$Q_{7,med} = 0,0081.A^{0,6729}.L^{0,3871}$	0,9811	182,81
4	1	$Q_{7,med} = 0,0135.A^{0,8414}$	0,9746	269,98

Validade: 201 < A < 12.977

Tabela 42 – Modelos de regressão para a região RPM 2 (vazão mínima)

Região RPM 2				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{7,med} = -173,94 + 0,0050.A - 0,0197.L + 0,1320.P + 173,88.I$	0,9571	45,60
2	3	$Q_{7,med} = -140,90 + 0,0051.A - 0,0203.L + 0,1080.P$	0,9637	71,85
3	2	$Q_{7,med} = -1,8292 + 0,0050.A + 0,0048.L$	0,9221	48,33
4	1	$Q_{7,med} = -1,5421 + 0,0052.A$	0,9327	111,95

Validade: 429 < A < 5.533

Tabela 43 – Modelos de regressão para a região RPM 3 (vazão mínima)

Região RPM 3				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{7,med} = 2,17E-24.A^{0,8339}.I^{-0,0680}.P^{6,7587}.L^{0,3402}$	0,9749	59,27
2	3	$Q_{7,med} = 5,58E-25.A^{1,0865}.I^{-0,2158}.P^{6,7004}$	0,9827	114,97
3	2	$Q_{7,med} = 5,17E-5.A^{1,2639}.I^{-0,2911}$	0,9738	112,57
4	1	$Q_{7,med} = 0,00091.A^{1,1032}$	0,9731	217,93
Validade: 4.377 < A < 41.062				

11.5.2 – Vazões de permanência

Analogamente às equações definidas para as regiões mínimas, a metodologia de regionalização da curva de permanência implica na determinação de um modelo de regressão entre as vazões Q_{50} e Q_{95} e as características fisiográficas e climáticas da bacia. Desta maneira, procedeu-se uma regressão linear múltipla entre as variáveis, sendo o melhor modelo selecionado a partir das características estatísticas de cada equação de regressão. As Tabelas 44 a 46 e 47 a 49 mostram os coeficientes de correlação entre as variáveis considerando as vazões de permanência de 50 e 95%, respectivamente. As Tabelas 50 a 52 e 53 a 55 mostram os modelos de regressão utilizados e selecionados, considerando as vazões de permanência de 50 e 95%, respectivamente.

Tabela 44 – Coeficientes de correlação para a região RPP 1 (Q50)

Região RPP 1					
	Q ₅₀	A	L	I	P
Q ₅₀	1				
A	0,9592	1			
L	0,7521	0,7316	1		
I	-0,0088	0,0074	-0,3530	1	
P	0,2136	0,0318	0,1259	-0,1381	1

Tabela 45 – Coeficientes de correlação para a região RPP 2 (Q50)

Região RPP 2					
	Q ₅₀	A	L	I	P
Q ₅₀	1				
A	0,9758	1			
L	0,8724	0,9381	1		
I	-0,3927	-0,4872	-0,7422	1	
P	0,9551	0,8891	0,7186	-0,2333	1

Tabela 46 – Coeficientes de correlação para a região RPP 3 (Q50)

Região RPP 3					
	Q ₅₀	A	L	I	P
Q ₅₀	1				
A	0,9988	1			
L	0,7869	0,7696	1		
I	0,8841	0,8982	0,4180	1	
P	0,8047	0,7860	0,6737	0,6542	1

Tabela 47 – Coeficientes de correlação para a região RPP 1 (Q95)

Região RPP 1					
	Q ₉₅	A	L	I	P
Q ₉₅	1				
A	0,9070	1			
L	0,7461	0,7316	1		
I	-0,0800	0,0074	-0,3530	1	
P	0,3291	0,0318	0,1259	-0,1381	1

Tabela 48 – Coeficientes de correlação para a região RPP 2 (Q95)

Região RPP 2					
	Q ₉₅	A	L	I	P
Q ₉₅	1				
A	0,9837	1			
L	0,8659	0,9381	1		
I	-0,3497	-0,4872	-0,7422	1	
P	0,9470	0,8891	0,7186	-0,2333	1

Tabela 49 – Coeficientes de correlação para a região RPP 3 (Q95)

Região RPP 3					
	Q ₉₅	A	L	I	P
Q ₉₅	1				
A	0,9903	1			
L	0,8050	0,7696	1		
I	0,8585	0,8982	0,4180	1	
P	0,8123	0,7860	0,6737	0,6542	1

Tabela 50 – Modelos de regressão para a região RPP 1 (Q50)

Região RPP 1				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{50} = e^{-38,83} \cdot A^{0,8268} \cdot L^{0,1919} \cdot P^{4,8111} \cdot I^{0,0885}$	0,9290	33,69
2	3	$Q_{50} = e^{-38,55} \cdot A^{0,8515} \cdot L^{0,1274} \cdot P^{4,7356}$	0,9369	50,49
3	2	$Q_{50} = 0,0114 \cdot A^{0,8299} \cdot L^{0,1988}$	0,9069	49,71
4	1	$Q_{50} = 0,0162 \cdot A^{0,9047}$	0,9112	103,62
Validade: 201 < A < 12.977				

Tabela 51 – Modelos de regressão para a região RPP 2 (Q50)

Região RPP 2				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{50} = e^{-564,83} \cdot A^{-1,265} \cdot P^{81,089} \cdot L^{3,311} \cdot I^{4,318}$	0,9889	112,4
2	3	$Q_{50} = e^{-308,14} \cdot A^{0,477} \cdot P^{42,657} \cdot L^{0,168}$	0,9730	61,1
3	2	$Q_{50} = e^{-274,95} \cdot A^{0,610} \cdot P^{38,017}$	0,9812	131,6
4	1	$Q_{50} = 0,01297 \cdot A^{0,9851}$	0,9402	79,7
Validade: 429 < A < 5.533				

Tabela 52 – Modelos de regressão para a região RPP 3 (Q50)

Região RPP 3				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{50} = e^{-16,27} \cdot A^{0,9473} \cdot I^{-0,0800} \cdot P^{1,5981} \cdot L^{0,0055}$	0,9623	39,3
2	3	$Q_{50} = e^{-16,30} \cdot A^{0,9513} \cdot I^{-0,0846} \cdot P^{1,5971}$	0,9748	78,4
3	2	$Q_{50} = 0,0048 \cdot A^{0,9936} \cdot I^{-0,1026}$	0,9784	137,2
4	1	$Q_{50} = 0,0132 \cdot A^{0,9370}$	0,9768	253,7
Validade: 4.377 < A < 41.062				

Tabela 53 – Modelos de regressão para a região RPP 1 (Q95)

Região RPP 1				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{95} = e^{-62,68} \cdot A^{0,7854} \cdot L^{0,2005} \cdot P^{7,8790} \cdot I^{-0,0162}$	0,9645	17,0
2	3	$Q_{95} = e^{-62,73} \cdot A^{0,7809} \cdot L^{0,2123} \cdot P^{7,8928}$	0,8838	26,4
3	2	$Q_{95} = 0,00264 \cdot A^{0,7449} \cdot L^{0,3313}$	0,7965	20,6
4	1	$Q_{95} = 0,00483 \cdot A^{0,8695}$	0,8028	41,7
Validade: 201 < A < 12.977				

Tabela 54 – Modelos de regressão para a região RPP 2 (Q95)

Região RPP 2				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{95} = e^{-303,05} \cdot A^{0,2890} \cdot P^{43,066} \cdot L^{1,249} \cdot I^{2,625}$	0,9995	2411,43
2	3	$Q_{95} = e^{-147,02} \cdot A^{1,347} \cdot P^{19,706} \cdot L^{-0,6610}$	0,9943	291,64
3	2	$Q_{95} = e^{-277,53} \cdot A^{0,8230} \cdot P^{37,946}$	0,9877	201,55
4	1	$Q_{95} = 0,000592 \cdot A^{1,1976}$	0,9595	119,43
Validade: 429 < A < 5.533				

Tabela 55 – Modelos de regressão para a região RPP 3 (Q95)

Região RPP 3				
ID	Variáveis	Modelo	R ² _{ajust}	F
1	4	$Q_{95} = e^{-28,02} \cdot A^{1,1331} \cdot I^{-0,2983} \cdot P^{2,7101} \cdot L^{-0,0785}$	0,9623	39,3
2	3	$Q_{95} = e^{-27,71} \cdot A^{1,0749} \cdot I^{-0,2329} \cdot P^{2,7236}$	0,9748	78,4
3	2	$Q_{95} = 0,00012 \cdot A^{1,1470} \cdot I^{-0,2635}$	0,9784	137,2
4	1	$Q_{95} = 0,00162 \cdot A^{1,0015}$	0,9768	253,7
Validade: $4.377 < A < 41.062$				

11.6 – Resultados – Vazões mínimas

11.6.1 – Escolha da distribuição de frequência regional

Vários autores recomendam o uso da distribuição de Gumbel e de Weibull (2P) para o ajuste de dados de vazão mínima. Desta forma, procedeu-se o ajuste de tais distribuições aos dados de cada região homogênea representados pelos respectivos momentos-L regionais, definidos pela média ponderada dos momentos-L locais.

As funções densidade de probabilidade, as distribuições acumuladas e as inversas da distribuição de Weibull e Gumbel são:

Gumbel (mínimas)

$$f(x) = \frac{\exp\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right) \cdot \exp\left[-\exp\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right]}{\alpha} \quad \text{eq. 33}$$

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right] \quad \text{eq. 34}$$

$$x(F) = \xi + \alpha \cdot \ln[-\ln(1-F)] \quad \text{eq. 35}$$

Weibull (2P)

$$f(x) = \left(\frac{k}{\alpha}\right) \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^k\right] \quad \text{eq. 36}$$

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^k\right] \quad \text{eq. 37}$$

$$x(F) = \alpha[-\ln(1-F)]^{1/k} \quad \text{eq. 38}$$

A estimativa dos parâmetros de cada distribuição pode ser obtida da seguinte forma:

Gumbel (mínimas)

Segundo Hosking & Wallis (1997) os parâmetros da distribuição de Gumbel, calculados por momentos-L, são:

$$\alpha = \frac{\lambda_2}{\ln 2} \quad \text{eq. 39}$$

$$\xi = \lambda_1 + \gamma \cdot \alpha \quad \text{eq. 40}$$

onde:

λ_1 momento-L de ordem 1 (posição)

λ_2 momento-L de ordem 2

γ constante de Euler = 0,5772...

Weibull (2P)

De acordo com Maidment (1992), se uma variável aleatória X se ajusta à distribuição de Weibull, então a variável aleatória Y = -ln(X) se ajusta à distribuição de Gumbel. Desta forma, dado que a variável ln(X) possui os momentos-L $\lambda_{1,\ln(X)}$ e $\lambda_{2,\ln(X)}$, os parâmetros da distribuição de Weibull podem ser obtidos pelas seguintes relações:

$$k = \frac{\ln(2)}{\lambda_{2,\ln(X)}} \quad \text{eq. 41}$$

$$\alpha = \exp\left(\lambda_{1,\ln(X)} + \frac{\gamma}{k}\right) \quad \text{eq. 42}$$

A Tabela 56 mostra os momentos-L regionais e os parâmetros da distribuição de Gumbel e Weibull para cada região homogênea.

Tabela 56 – Parâmetros regionais das distribuições de probabilidade

Região	λ_1	λ_2	$\lambda_{1,\ln(X)}$	$\lambda_{2,\ln(X)}$	Gumbel		Weibull	
					α	ξ	k	α
RPM 1	1,0000	0,2323	-0,0874	0,2338	0,3351	1,1934	2,9648	1,1133
RPM 2	1,0000	0,2239	-0,0843	0,2313	0,3229	1,1864	2,9964	1,1144
RPM 3	1,0000	0,2356	-0,0839	0,2334	0,3398	1,1962	2,9696	1,1168

A seleção da distribuição que melhor se ajusta aos dados regionais foi feita por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov e por inspeção visual. A distribuição de Weibull foi aprovada no teste das três regiões, enquanto a distribuição de Gumbel foi reprovada em todas as regiões a um nível de significância de 5%. As Figuras 27, 28 e 29 mostram o ajuste regional para as regiões.

A Tabela 57 traz os *quantis* adimensionais para vários períodos de retorno nas três regiões analisadas.

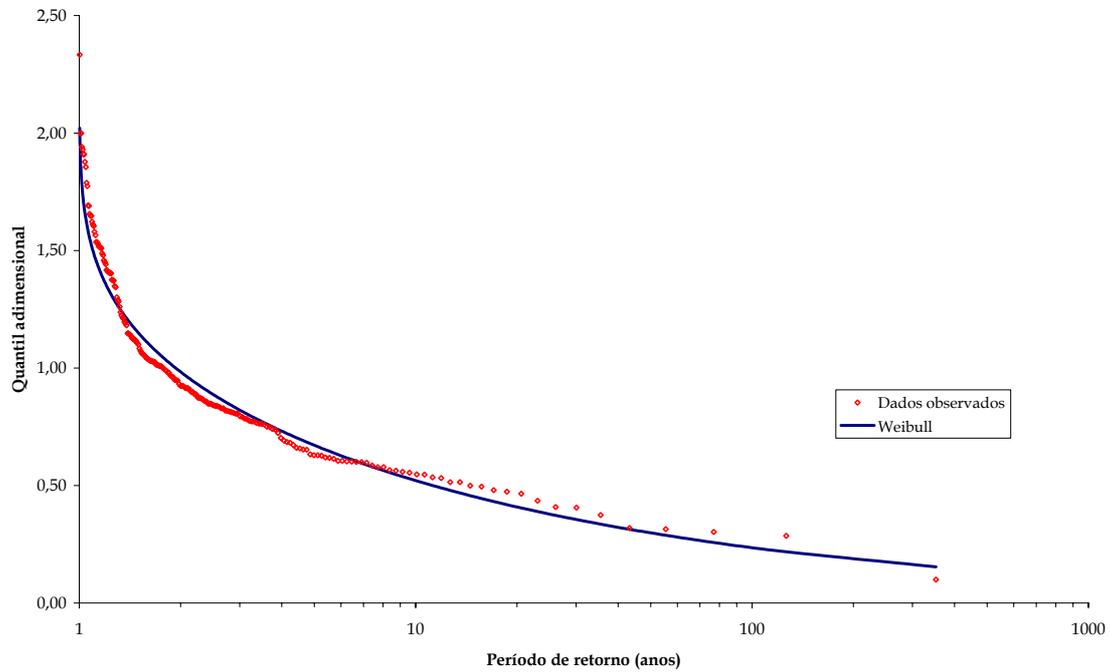


Figura 27 – Distribuição de probabilidade regional para a região RPM 1

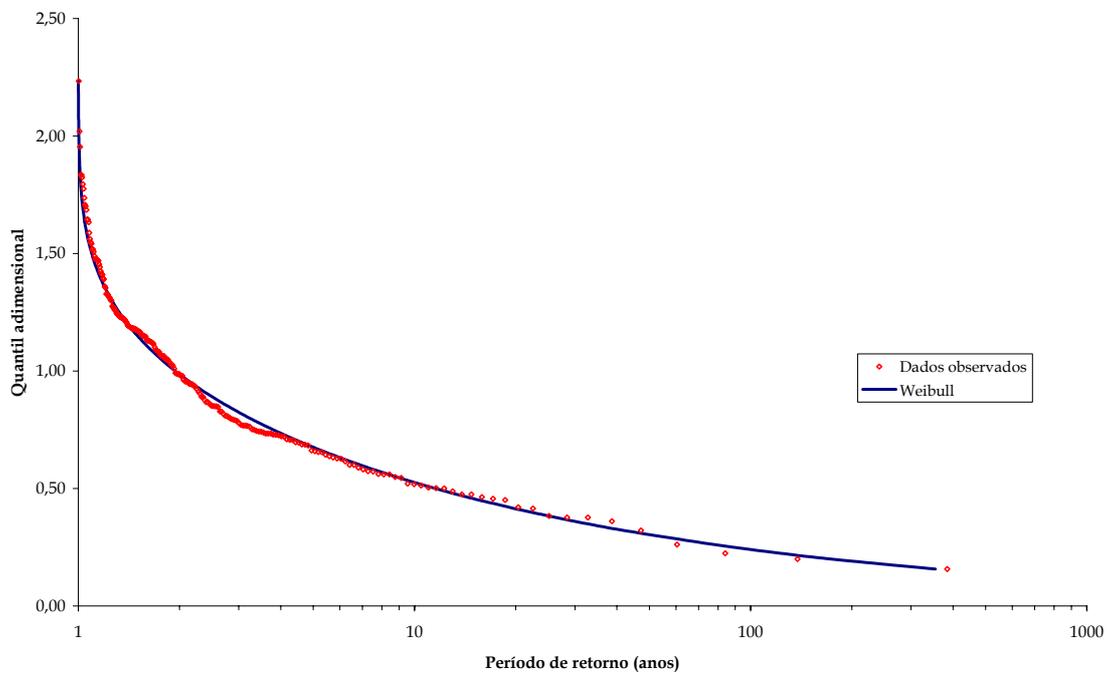


Figura 28 – Distribuição de probabilidade regional para a região RPM 2

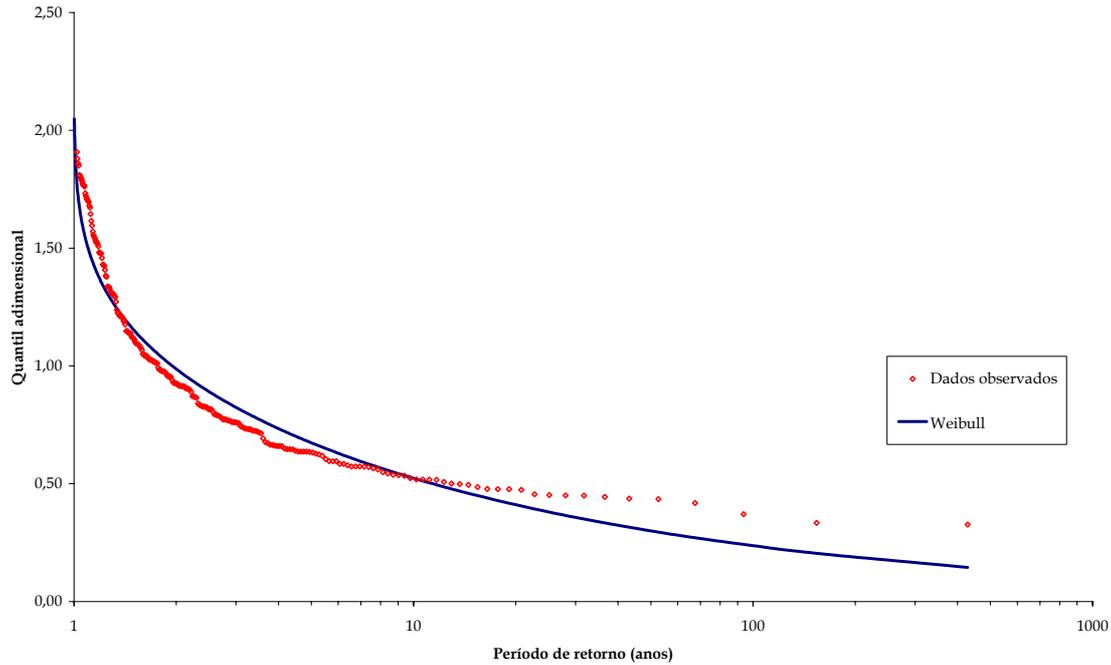


Figura 29 – Distribuição de probabilidade regional para a região RPM 3

Tabela 57 – Quantis adimensionais de vazão para a bacia do rio Paracatu

Região	Período de retorno (anos)							
	1,01	2	5	10	20	25	50	100
RPM 1	1,8647	0,9838	0,6713	0,5211	0,4088	0,3785	0,2986	0,2359
RPM 2	1,8565	0,9861	0,6755	0,5259	0,4136	0,3832	0,3030	0,2400
RPM 3	1,8691	0,9871	0,6739	0,5234	0,4108	0,3804	0,3001	0,2373

11.6.2 – Vazões mínimas de 7 dias de duração com um período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$)

A $Q_{7,10}$ é obtida pelo método do *index-flood* através da equação 1. Os termos a ser utilizados na equação 1 são:

F – probabilidade de não excedência = $\frac{1}{T} = 0,10$

μ_i – *index-flood* dado pelas equações das tabelas 10, 11 e 12

$x(F)$ – *quantil* adimensional dado pela equação 38 com os parâmetros da tabela 26 ou obtidos diretamente da tabela 27

Uma vez definido o período de retorno (10 anos), a $Q_{7,10}$ é uma função exclusiva da área de drenagem.

$$Q_{7,10}^{RPM1}(A) = 0,0070 \cdot A^{0,8414} \quad \text{eq. 43}$$

$$Q_{7,10}^{RPM 2}(A) = -0,8110 + 0,0027 \cdot A \quad \text{eq. 44}$$

$$Q_{7,10}^{RPM 3}(A) = 0,00048 \cdot A^{1,1032} \quad \text{eq. 45}$$

O rendimento específico para cada região pode ser obtido pelas equações 43, 44 e 45, dividindo-se a $Q_{7,10}$ pela área de drenagem.

$$R_{7,10}^{RPM 1}(A) = 0,0070 \cdot A^{-0,1586} \quad \text{eq. 46}$$

$$R_{7,10}^{RPM 2}(A) = -\frac{0,8110}{A} + 0,0027 \quad \text{eq. 47}$$

$$R_{7,10}^{RPM 3}(A) = 0,00048 \cdot A^{0,1032} \quad \text{eq. 48}$$

O rendimento específico médio de cada região é obtido pela aplicação do teorema do valor médio às equações 46, 47 e 48. O teorema do valor médio é traduzido pela seguinte equação:

$$r_{7,10;méd}^r = \frac{1}{b-a} \int_a^b R_{7,10}^r(A) dA \quad \text{eq. 49}$$

onde a e b são os limites mínimos e máximos, respectivamente, para a área de drenagem mostrados nas Tabelas 41, 42 e 43.

Os rendimentos específicos mínimos médios calculados pela equação 49 são:

Região RPM 1 - 1,83 l/s.km²

Região RPM 2 - 2,33 l/s.km²

Região RPM 3 - 1,32 l/s.km²

A $Q_{7,10}$ em cada região, desconsiderando a contribuição de uma região para outra, é:

Região RPM 1 - 22,91 m³/s

Região RPM 2 - 36,60 m³/s

Região RPM 3 - 20,95 m³/s

As Figuras 30, 31 e 32 mostram a evolução da $Q_{7,10}$ com a área de drenagem para cada região.

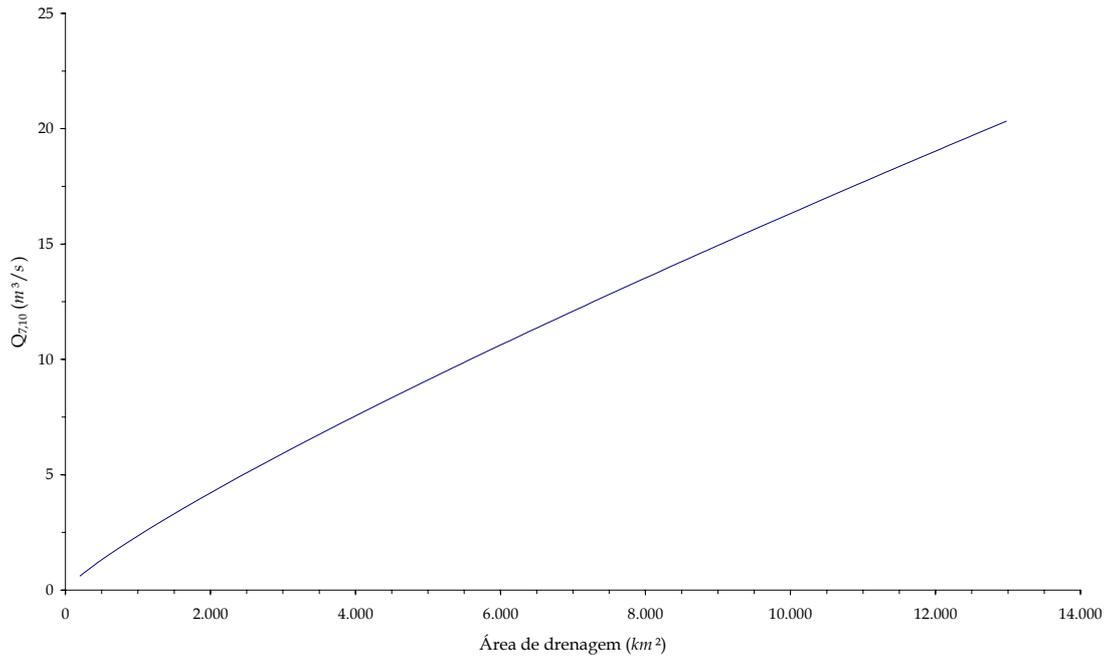


Figura 30 – $Q_{7,10}$ versus área de drenagem para a região RPM 1

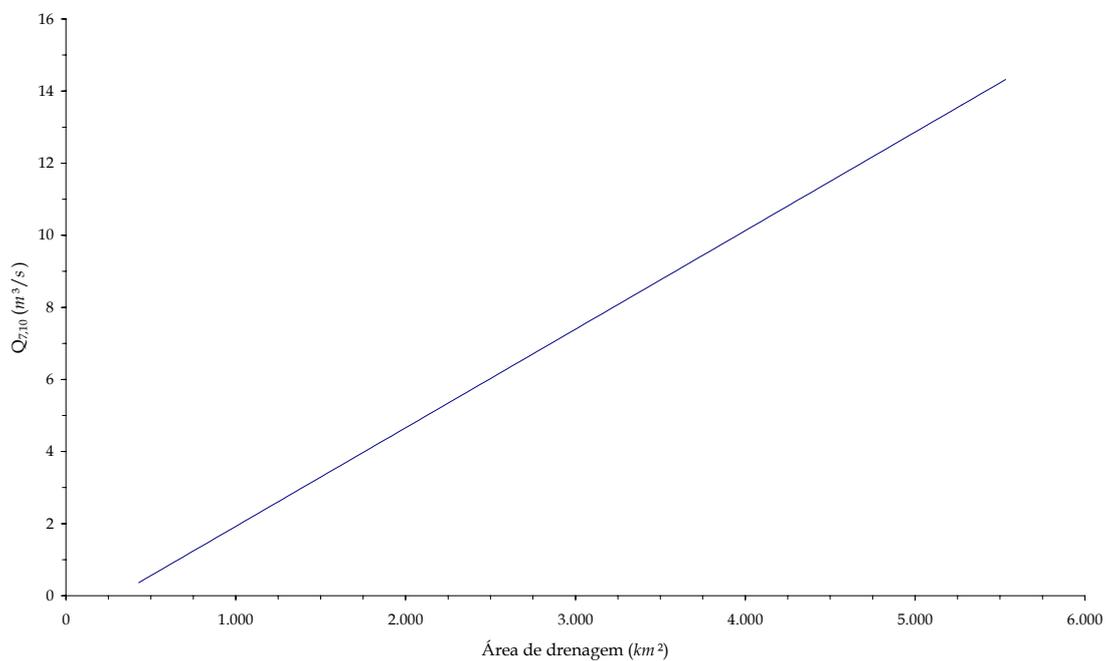


Figura 31 – $Q_{7,10}$ versus área de drenagem para a região RPM 2

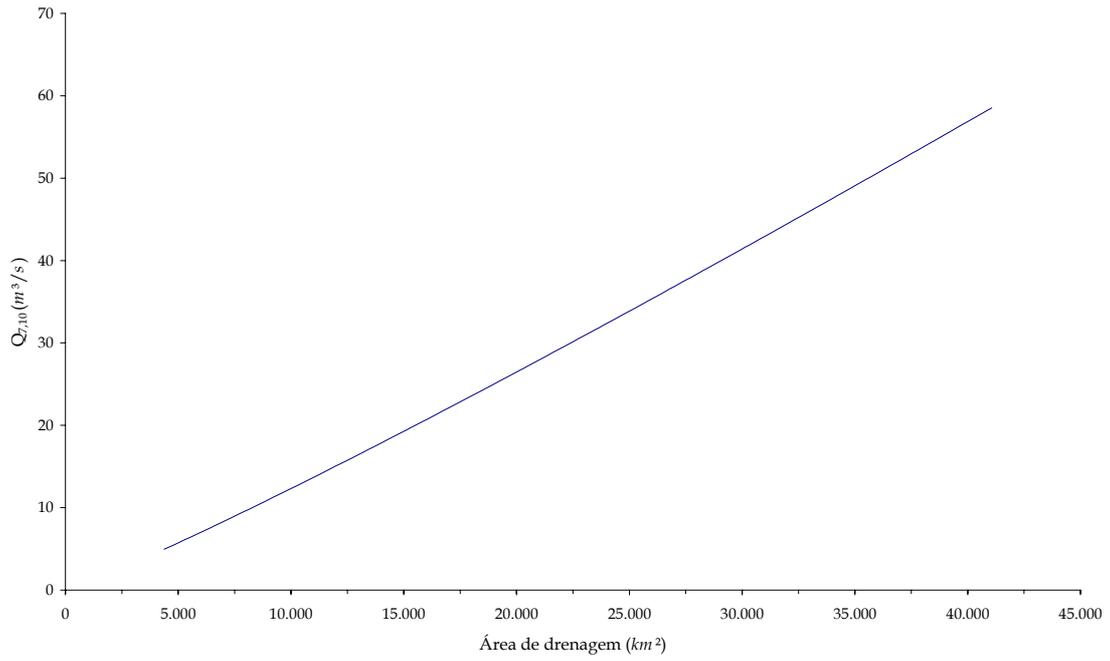


Figura 32 – Q_{7,10} versus área de drenagem para a região RPM 3

11.7 – Resultados – Vazões de permanência

As permanências utilizadas na calibração dos parâmetros da equação 30 foram 50 e 95%. Dessa maneira, os parâmetros da curva de permanência, dados pelas equações 31 e 32, se transformam nas seguintes formas:

$$a = -\frac{1}{0,45} \cdot \ln\left(\frac{Q_{50}}{Q_{95}}\right) \quad \text{eq. 50}$$

$$b = \ln(Q_{50}) - 0,5a \quad \text{eq. 51}$$

onde:

Q_{50} é a vazão com 50% de permanência no tempo, dada pelas Tabelas 50, 51 e 52, de acordo com a região homogênea;

Q_{95} é a vazão com 95% de permanência no tempo, dada pelas Tabelas 53, 54 e 55, de acordo com a região homogênea.

Definindo-se:

$$k(P) = \frac{0,5 - P}{0,45} \quad \text{eq. 52}$$

a equação 30 se transforma em:

$$Q_P = Q_{50} \left(\frac{Q_{50}}{Q_{95}} \right)^k \quad \text{eq. 53}$$

onde P é a permanência variando entre 0 e 1.

A Tabela 58 mostra os parâmetros a e b para cada estação fluviométrica. A Figura 33 mostra as curvas de permanência para cada região.

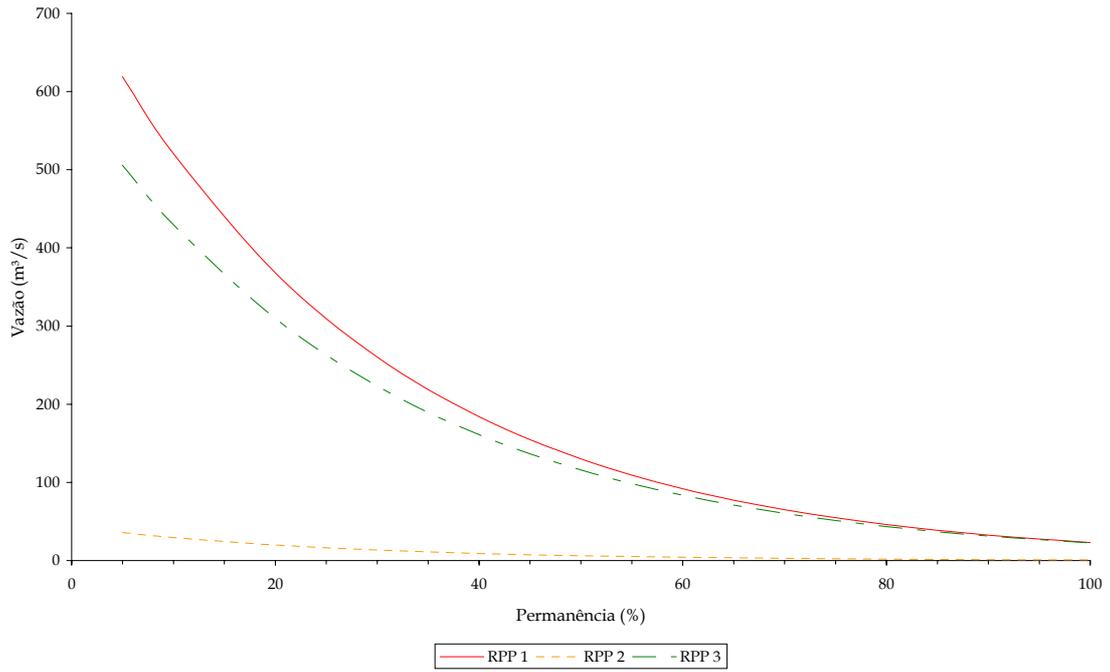


Figura 33 – Curvas de permanência para as três regiões homogêneas

Tabela 58 – Quantis adimensionais de vazão para a bacia do rio Paracatu

Região	Código	Observado (m ³ /s)		Calculado (m ³ /s)		a	b
		Q ₅₀	Q ₉₅	Q ₅₀	Q ₉₅		
RPP1	42250000	5,61	1,23	4,23	1,02	-3,1704	3,0269
RPP1	42251000	20,50	4,85	15,03	3,43	-3,2800	4,3498
RPP1	42255000	2,29	0,51	2,39	0,59	-3,1212	2,4331
RPP1	42257000	18,40	5,69	15,88	3,62	-3,2848	4,4074
RPP1	42290000	52,70	7,68	53,36	11,61	-3,3896	5,6718
RPP1	42365000	27,20	6,82	25,78	5,77	-3,3267	4,9127
RPP1	42395000	95,70	27,30	85,25	18,21	-3,4301	6,1607
RPP1	42435000	9,69	1,78	12,83	2,95	-3,2664	4,1851
RPP1	42440000	5,83	1,22	4,95	1,18	-3,1840	3,1909
RPP1	42645000	3,16	0,53	8,21	1,92	-3,2278	3,7195
RPP1	42840000	2,36	0,82	1,96	0,49	-3,1041	2,2272
RPP2	42460000	47,50	13,40	39,99	10,33	-3,0086	5,1930
RPP2	42490000	54,90	15,00	56,87	15,85	-2,8398	5,4607
RPP2	42540000	61,60	16,30	63,11	17,98	-2,7899	5,5399
RPP2	42545002	7,18	0,97	5,08	0,84	-3,9974	3,6247
RPP2	42545500	5,25	0,95	8,12	1,49	-3,7730	3,9807
RPP2	42546000	6,37	1,38	6,52	1,14	-3,8784	3,8135
RPP3	42600000	73,00	18,00	67,60	14,94	-3,3552	5,8913
RPP3	42690001	207,00	52,80	206,41	49,25	-3,1845	6,9221
RPP3	42750000	213,00	43,20	213,98	51,18	-3,1789	6,9554
RPP3	42850000	34,20	7,44	34,07	7,18	-3,4600	5,2584
RPP3	42860000	40,70	7,85	43,25	9,27	-3,4235	5,4789
RPP3	42930000	282,00	74,60	275,15	66,96	-3,1405	7,1875
RPP3	42980000	267,00	63,90	277,57	67,59	-3,1392	7,1956

A vazão com permanência de 95% do tempo é de especial importância para o cálculo da disponibilidade hídrica de uma bacia, uma vez que vários estados utilizam esse índice ou porcentagem como vazão outorgável. Assim, calculou-se o rendimento específico mínimo para essa vazão por meio do teorema do valor médio e a vazão pela equação 30.

Rendimento específico:

Região RPP 1 - 1,60 l/s.km²

Região RPP 2 - 2,80 l/s.km²

Região RPP 3 - 1,64 l/s.km²

Q₉₅:

Região RPP 1 - 27,33 m³/s

Região RPP 2 - 27,72 m³/s

Região RPP 3 - 26,60 m³/s

11.8 – Análise das vazões médias de longo termo e da capacidade de regularização

Segundo CPRM (2001), as variações naturais do regime hidrológico fazem com que as disponibilidades hídricas, em um determinado ponto de interesse, variem ao longo do tempo em torno de uma média, em uma extensa amplitude, onde se observa a ocorrência de excessos hídricos nos períodos úmidos e carência nos períodos secos. Para atender aos diversos usos tais como irrigação, abastecimento público, geração de energia, entre outros, procura-se regularizar a disponibilidade hídrica através da construção de reservatórios, onde são estocados os volumes que excedem as demandas em um determinado período de tempo, para suprir as deficiências quando elas ocorrem.

A curva que caracteriza o comportamento de um reservatório pode representada pela seguinte equação:

$$S_{t+1} = S_t + (Q_t - q_t) \cdot \Delta t + (P_t - E_t) \cdot A \cdot K \quad \text{eq. 54}$$

onde:

S_{t+1} é o armazenamento no tempo t+1

S_t é o armazenamento no tempo t

Q_t é a vazão afluente

P_t é a precipitação no período

E_t é a evaporação

A é a área de inundação, função do nível do reservatório

K é um fator de conversão de unidades

q_t é a vazão defluente, juntamente com o consumo do reservatório

A equação 54 pode ser simplificada, considerando o déficit de chuva como uma demanda. Desta forma, tem-se:

$$S_{t+1} = S_t + (Q_t - q_t) \cdot \Delta t \quad \text{eq. 55}$$

De acordo com TUCCI (2000), esta simplificação deve ser utilizada somente para regionalização, já que, na simulação, o ideal é sempre utilizar a equação 54.

Iniciando com $S_0 = 0$, a equação acima permite estimar o volume que atenda à demanda q para toda a série analisada.

Em estudos regionais, a curva de regularização de vazão deve ser adimensionalizada, de modo a constituir um conjunto homogêneo de dados. Desta forma, a equação 55 pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\frac{S_{t+1}}{Q_{mlt} \cdot \Delta t} = \frac{S_t}{Q_{mlt} \cdot \Delta t} + \frac{Q_t}{Q_{mlt}} - \frac{q_t}{Q_{mlt}} \quad \text{eq. 56}$$

Para uma determinada série hidrológica, tem-se que o volume necessário para garantir uma determinada demanda é função exclusiva da demanda. Ou seja:

$$V = f\left(\frac{q}{Q_{mlt}}\right) \quad \text{eq. 57}$$

onde: $V = \frac{S}{Q_{mli} \cdot \Delta t}$.

A definição das regiões homogêneas pode ser feita pela análise das curvas dadas pela equação 57, calculadas para cada estação em uma determinada área.

A regionalização das curvas de regularização foi realizada para a bacia do rio Paracatu, tendo como base a disponibilidade de dados e as similaridades geológicas da região. Inicialmente, selecionou-se as estações fluviométricas que apresentaram menos falhas na série histórica de vazões médias mensais. Assim, foram selecionadas 20 estações, conforme mostrado na tabela a seguir.

Tabela 59 – Estações fluviométricas selecionadas para o estudo de regularização

Região	Código	Nome	Q_{mli} (m^3/s)	A (km^2)
RPR 1	42250000	Fazenda Limoeiro	8,200	469
	42251000	Fazenda Córrego do Ouro	31,800	1.905
	42255000	Fazenda Nolasco	3,190	250
	42257000	Barra do Escurinho	28,800	2.025
	42290000	Ponte da BR-040	82,100	7.731
	42365000	Ponte da BR-040	38,900	3.459
	42395000	Santa Rosa	165,000	12.977
RPR 3	42460000	Fazenda Limeira	66,500	3.482
	42490000	Unai	76,700	4.978
	42540000	Santo Antônio do Boqueirão	86,100	5.533
	42546000	Fazenda Santa Cruz	7,170	552
	42600000	Porto dos Poções	112,000	9.095
RPR 2	42645000	Fazenda Rio Verde	7,250	977
	42690001	Porto da Extrema	327,000	29.934
	42750000	Caatinga (ANEEL/CEMIG)	337,000	31.107
RPR 4	42840000	Veredas	3,430	201
	42850000	Cachoeira das Almas	64,300	4.377
	42860000	Cachoeira do Paredão	58,700	5.647
	42930000	Porto do Cavalo	478,000	40.680
	42980000	Porto Alegre	429,000	41.062

A seguir, foi determinado o período comum de dados, de forma que todas as simulações se baseassem na mesma quantidade de dados. As séries analisadas apresentaram uma menor quantidade de falhas no período de janeiro de 1977 a dezembro de 1996, perfazendo um montante de 240 meses de dados. Aquelas séries que, eventualmente, apresentaram falhas no período foram preenchidas a partir dos dados das estações imediatamente a jusante.

A curva de regularização de vazão de cada série histórica foi determinada pela aplicação da equação 56. Foi considerado que a evaporação da lâmina d'água do reservatório é desprezível.

Para cada estação, considerou-se uma demanda variando de 1% da Q_{mli} até o máximo possível de se regularizar para cada série.

Verificou-se que, com exceção da Região RPR 3, as estações não apresentaram um comportamento regional típico, dificultando a divisão da bacia do rio Paracatu em regiões homogêneas confiáveis. No entanto, para verificar, mesmo que de forma parcial, a capacidade de regularização da bacia, dividiu-se a mesma em quatro regiões. A figura a seguir mostra a disposição geográfica de cada região.

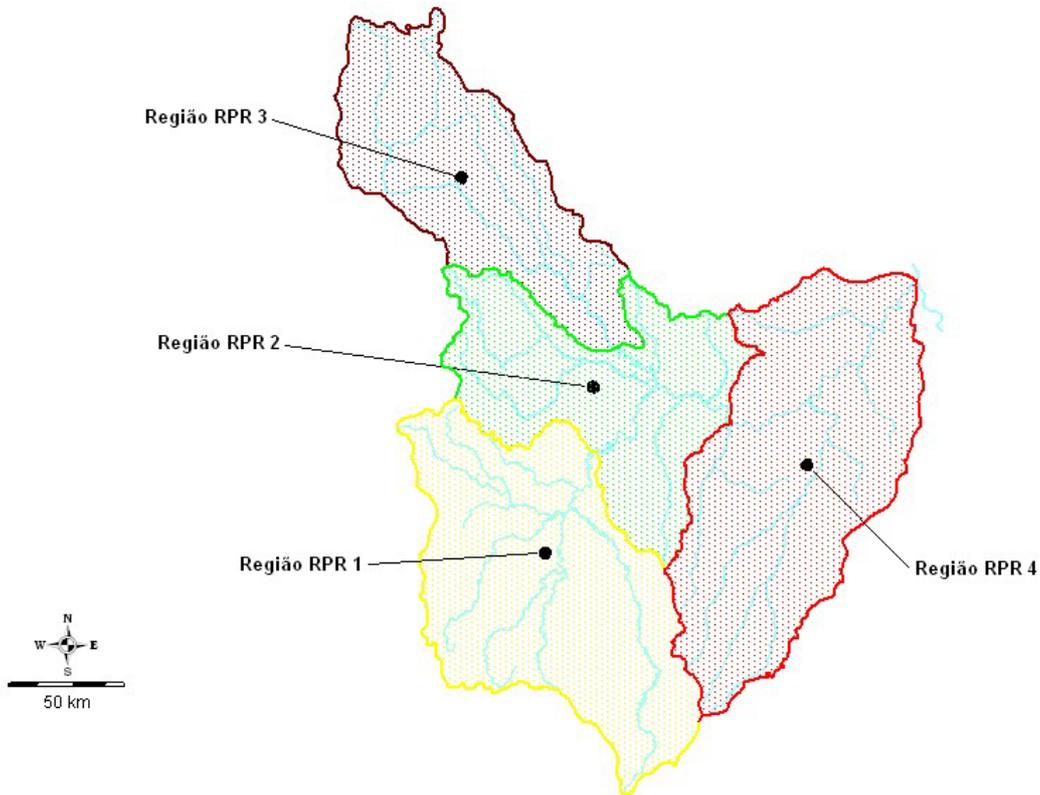


Figura 34 – Regiões homogêneas para as curvas de regularização

As figuras 35, 36, 37 e 38 mostram as curvas de regularização para cada região. A curva regional adimensional de cada região homogênea foi obtida pela média aritmética das curvas individuais das estações em seu interior.

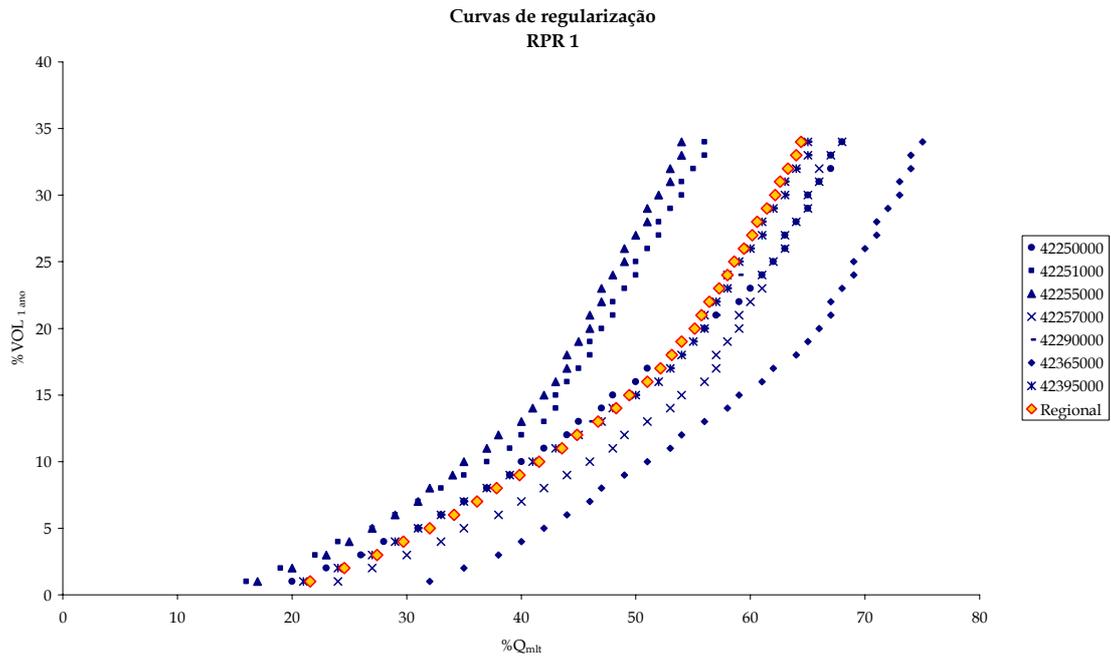


Figura 35 – Curvas de regularização adimensionais (Região RPR 1)

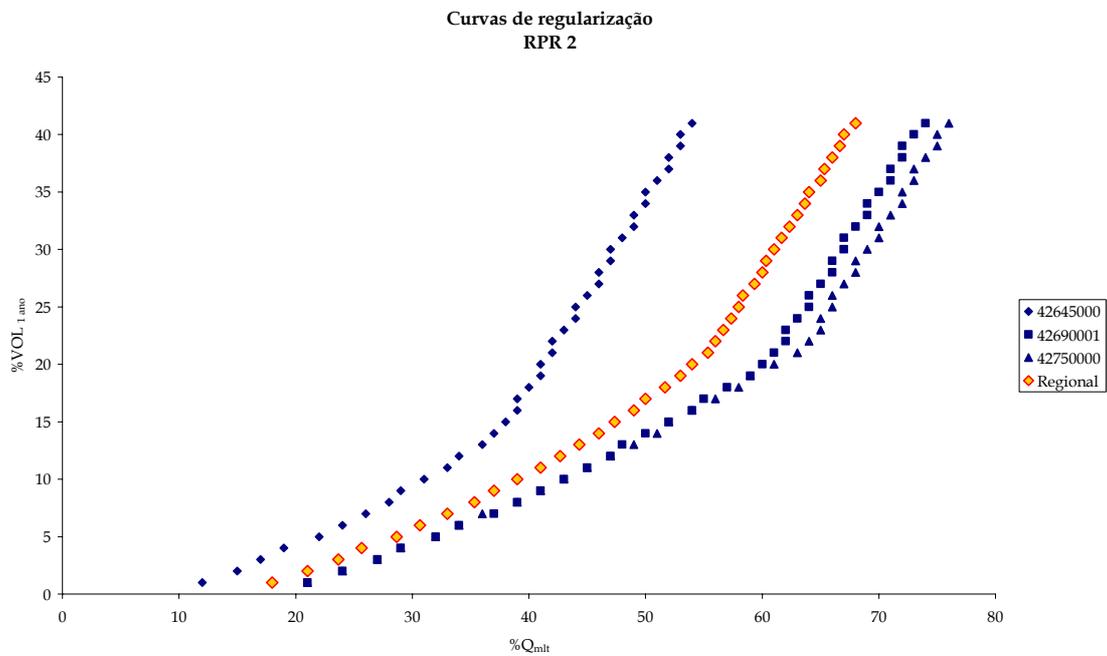


Figura 36 – Curvas de regularização adimensionais (Região RPR 2)

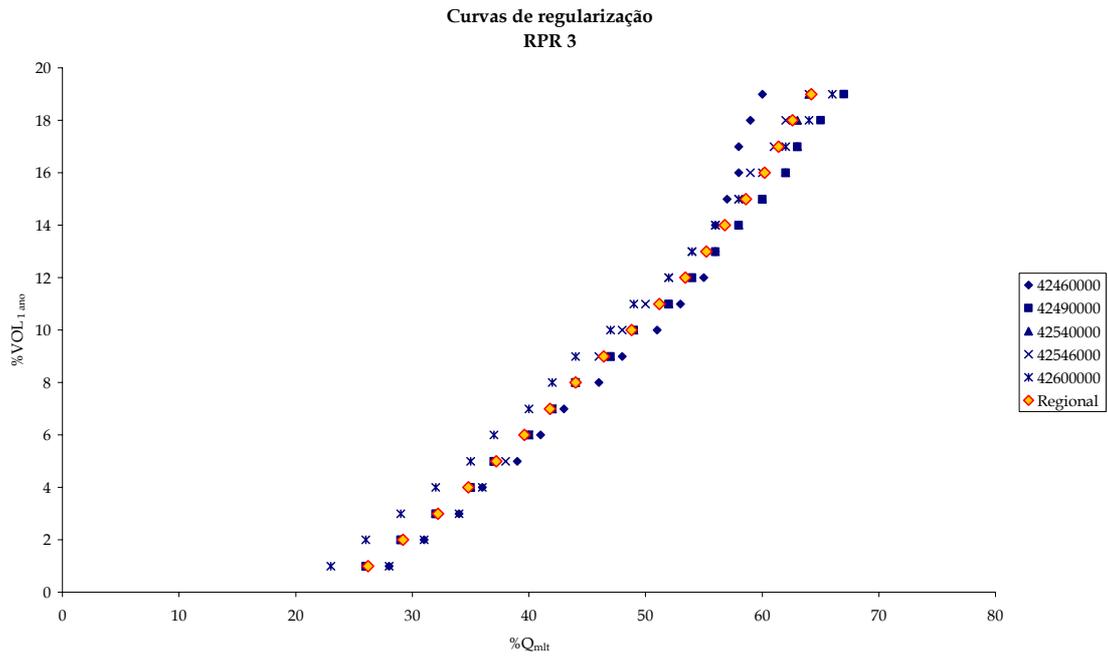


Figura 37 – Curvas de regularização adimensionais (Região RPR 3)

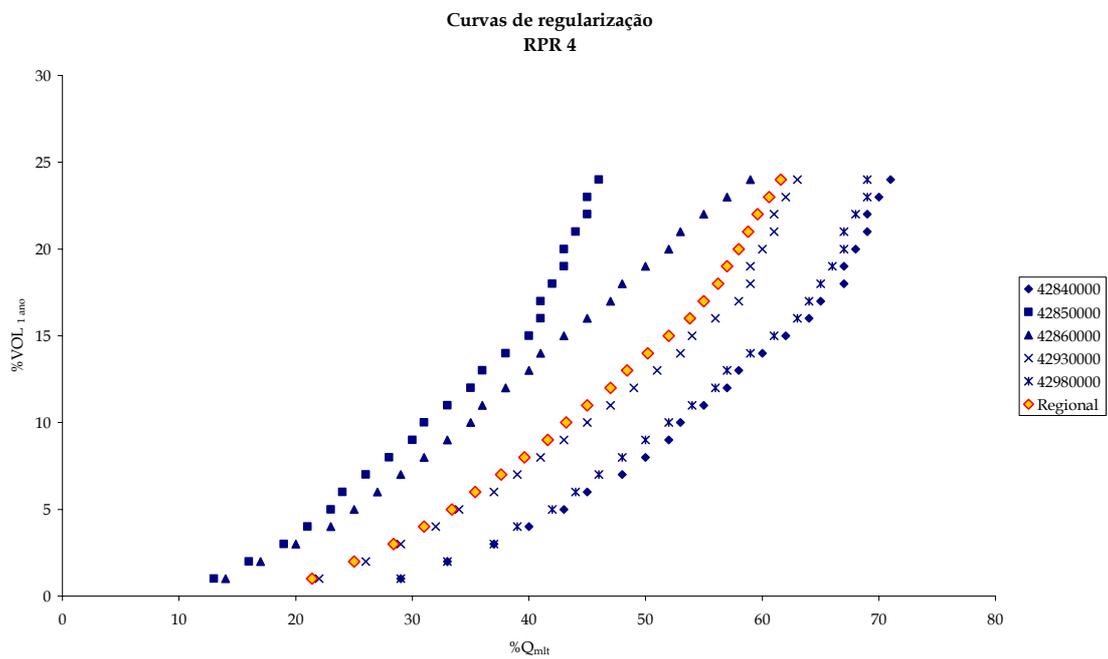


Figura 38 – Curvas de regularização adimensionais (Região RPR 4)

Para facilitar a aplicação dos resultados em cálculos genéricos, as curvas regionais foram ajustadas por meio de equações potenciais da seguinte forma:

$$\left(\frac{V}{V_{1ano}} \right) = \alpha \cdot \left(\frac{q}{Q_{mlt}} \right)^\beta \quad \text{eq. 58}$$

A tabela a seguir traz os coeficientes da regressão para cada região.

Tabela 60 – Coeficientes regionais para as curvas de regularização

Região	α	β	R ²	Validade
RPR 1	0,000202	2,883935	0,99	$\left(\frac{q}{Q_{mlt}} \right) \leq 64\%$
RPR 2	0,000963	2,513982	0,99	$\left(\frac{q}{Q_{mlt}} \right) \leq 68\%$
RPR 3	0,000114	2,911828	0,97	$\left(\frac{q}{Q_{mlt}} \right) \leq 64\%$
RPR 4	0,000284	2,760071	0,99	$\left(\frac{q}{Q_{mlt}} \right) \leq 61\%$

Para a aplicação da metodologia em locais desprovidos de dados, faz-se necessário a estimativa da vazão média de longo termo, a partir de características geomorfológicas locais. Para isso, procedeu-se a uma regressão linear entre os logaritmos naturais de Q_{mlt} e a área para cada estação analisada.

$$Q_{mlt} = 0,01084 \cdot \text{Área} + 8,64860 \quad \text{eq. 59}$$

A equação 59 é válida para toda a bacia do rio Paracatu e apresentou coeficiente de correlação de 0,98.

A aplicação da metodologia pode ser vista pelo exemplo a seguir:

- Suponha que se deseje estimar o volume de um reservatório que será instalado em um curso d'água cuja área de drenagem a montante do ponto de intervenção seja 500 km². Suponha, ainda, que o reservatório deva suprir uma demanda de 3,5 m³/s durante todo o tempo e que o mesmo esteja localizado na região RPR 3.

Considerando desprezíveis as perdas por infiltração e evaporação tem-se:

$$Q_{mlt} = 0,01084 \cdot 500 + 8,64860 = 14,07 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\frac{q}{Q_{mlt}} = \frac{3,5}{14,07} = 24,9\%$$

Pelos coeficientes da tabela 60 tem-se:

$$\frac{V}{V_{1ano}} = 0,000114 \cdot \left(\frac{q}{Q_{mt}} \right)^{2,9118228} = 0,000114 \cdot (49)^{2,9118228} = 9,52\%$$

O volume anual médio pode ser determinado através da vazão média anual.

$$V_{1ano} = 7,16m^3 / s \times 365dias \times 24h \times 60 \text{ min} \times 60s = 225.797.760 m^3$$

Assim,

$$V = 9,52\% \times 225.797.760 m^3 = 21.495.947 m^3$$

Cabe ressaltar que o volume estimado acima é apenas uma primeira aproximação do valor real necessário para garantir a demanda. O projeto de um reservatório depende fortemente das condições climáticas e topográficas do local onde será construído.

11.9 – Resumo

Tabela 61 – Resumo do estudo hidrológico

Código	Nome	Curso d'água	Município	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{mlh} (m ³ /s)
42250000	Fazenda Limoeiro	Rio Claro	Claro dos Poções	1,244	1,190	1,015	8,200
42251000	Fazenda Corrego do Ouro	Rio Escuro	Guarda - Mor	4,045	4,046	3,434	31,800
42255000	Fazenda Nolasco	Rio Ribeirão Santa Isabel	Paracatu	0,733	0,687	0,587	3,190
42257000	Barra do Escurinho	Ribeirão Escurinho	Paracatu	4,259	4,286	3,637	28,800
42290000	Ponte da BR-040	Rio Paracatu	Paracatu	13,147	13,769	11,623	82,100
42365000	Ponte da BR-040	Rio do Prata	João Pinheiro	6,682	6,812	5,769	38,900
42395000	Santa Rosa	Rio Paracatu	Paracatu	20,327	21,635	18,225	165,000
42435000	Fazenda Barra da Água	Ribeirão Barra da Água	Paracatu	3,564	3,474	2,951	18,600
42440000	Fazenda Poções	Ribeirão São Pedro	Paracatu	0,715	1,384	1,181	10,300
42460000	Fazenda Limeira	Rio Preto	Unai	8,711	12,005	10,328	66,500
42490000	Unai	Rio Preto	Unai	12,802	18,263	15,846	76,700
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	Rio Preto	Unai	14,320	20,676	17,984	86,100
42545002	Fazenda Roncador	Ribeirão Roncador	Unai	0,362	1,027	0,841	5,210
42545500	Fazenda "O" Restrado	Ribeirão Roncador	Unai	1,076	1,795	1,486	8,550
42546000	Fazenda Santa Cruz	Salobro	Unai	0,699	1,381	1,138	7,170
42600000	Porto dos Poções	Rio Preto	Bonfinópolis de Minas	21,689	33,901	29,617	112,000
42645000	Fazenda Rio Verde	Rio Verde	João Pinheiro	1,861	2,258	1,922	7,250
42690001	Porto da Extrema	Rio Paracatu	João Pinheiro	59,858	67,362	57,678	327,000
42750000	Caatinga (ANIEL/CEMIG)	Rio Paracatu	João Pinheiro	60,754	69,643	59,604	337,000
42840000	Veredas	Rio Santo Antônio	João Pinheiro	0,610	0,568	0,486	3,430
42850000	Cachoeira das Almas	Rio do Sono	Burtizeiro	4,789	8,900	7,497	64,300
42860000	Cachoeira do Paredão	Rio do Sono	Burtizeiro	5,776	11,363	9,583	58,700
42930000	Porto do Cavalo	Rio Paracatu	João Pinheiro	68,956	87,641	74,890	478,000
42980000	Porto Alegre	Rio Paracatu	Santa Fé de Minas	69,353	88,571	75,683	429,000
Foz do rio Paracatu				72,366	95,550	81,648	

12 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade das águas superficiais na bacia do rio Paracatu foi avaliada considerando o monitoramento físico-químico e bacteriológico realizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) no âmbito do Projeto Águas de Minas.

Na bacia do rio Paracatu, são operadas, atualmente, oito estações de monitoramento. Destas estações, três são ao longo do rio Paracatu. Os demais corpos de água, quais sejam: rio da Prata, córrego Rico, rio Preto, rio do Sono e rio Caatinga, possuem apenas uma estação de amostragem cada. Ressalta-se que a estação do rio Caatinga foi implantada em setembro de 2005 e o monitoramento neste corpo de água, iniciado a partir de então. Deste modo, os dados apresentados neste relatório farão referência aos resultados das sete estações de monitoramento, excetuando a do rio Caatinga, que ainda não possui resultados de análises.

Antes de 1997, ano em que o Projeto Água de Minas foi iniciado, a bacia do rio Paracatu não possuía um programa de monitoramento de qualidade das suas águas. Segundo o relatório de Inventário dos Recursos Hídricos, Tomo 2 – Hidrologia, que compõe o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu, elaborado pelo CONSÓRCIO MAGNA/DAM/EYSER para a SEAPA-MG/RURALMINAS, havia poucos estudos envolvendo a qualidade das águas desta bacia. Dentre estes estudos, pode-se citar aqueles realizados principalmente pela COPASA e outras empresas de saneamento junto às captações de água, visando à definição do tipo de tratamento a ser utilizado.

O primeiro dado referente ao Índice de Qualidade de Água (IQA), na bacia do rio Paracatu, foi obtido durante a elaboração do 2º Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro em 1983, sendo amostrado um único ponto no rio Paracatu na confluência com o rio São Francisco. Esta amostragem foi realizada pelo CETEC e o resultado do IQA indicou um nível de qualidade bom.

A implantação da UHE Queimado na sub-bacia do rio Preto, inserida na bacia do rio Paracatu, gerou um monitoramento com informações referentes ao IQA, entre setembro de 1992 e março de 1993, no qual o Alto curso do rio Preto e alguns afluentes foram monitorados em nove estações de amostragem, em quatro campanhas de coletas, no período de um ano. Os resultados indicaram um IQA com nível de qualidade bom a excelente. Juntamente com o IQA, foram apresentados resultados dos testes bacteriológicos e parâmetros biológicos (fitoplâncton, zooplâncton e zoobenton).

Outro trabalho que foi desenvolvido na bacia do rio Paracatu, foi o projeto de Desenvolvimento de Tecnologia para Descontaminação de Área Degradada pela Atividade Garimpeira, com Recuperação de Mercúrio e Ouro no córrego Rico, desenvolvido pelo CETEC a partir de 2000. Este projeto abordou diversos tópicos. Entre eles, a qualidade das águas subterrâneas e superficiais. Com relação às águas superficiais, foram amostrados nove pontos, dos quais seis estão no córrego Rico e os outros, distribuídos em três afluentes, tendo sido realizadas quatro campanhas entre agosto de 2000 e fevereiro de 2002. Além dos parâmetros do IQA, os parâmetros arsênio, cádmio, chumbo, mercúrio e zinco foram analisados. Os resultados apontaram uma situação bastante crítica em relação aos metais pesados como o mercúrio. O IQA

variou entre muito ruim e médio nos trechos amostrados no córrego Rico e nos seus afluentes.

Por estarem voltados para regiões específicas, estes trabalhos serão de grande importância para subsidiar a ampliação da rede de monitoramento nestas sub-bacias, uma vez que apresentam uma série histórica de dados mais detalhada. Contudo, os dados que serão discutidos neste Plano Diretor farão referência à qualidade das águas da bacia do rio Paracatu e seus afluentes, obtidos por meio de amostragem trimestral no período de 1997 a 2004 no âmbito do Projeto Águas de Minas.

A descrição das estações de amostragem e sua localização por meio de coordenadas geográficas estão apresentadas na Tabela 62.

Tabela 62: Descrição das estações de amostragem da bacia do rio Paracatu

Estação	Descrição	Latitude			Longitude			Altitude
PT001	Rio da PRATA a jusante da cidade de João Pinheiro	-17°	39'	47"	-46°	21'	15"	560
PT003	Rio PARACATU a montante da foz do Rio da Prata	-17°	30'	4"	-46°	34'	14"	520
PT005	Córrego RICO a jusante da cidade de Paracatu	-17°	18'	15"	-46°	46'	15"	600
PT007	Rio PRETO a jusante da cidade de Unai	-16°	32'	0"	-46°	43'	10"	600
PT009	Rio PARACATU a jusante de Brasilândia de Minas	-17°	1'	45"	-46°	0'	52"	510
PT010	Rio da CAATINGA a montante da sua confluência com o rio Paracatu	-17°	11'	59"	-45°	54'	9"	505
PT011	Rio do SONO próximo de sua foz no Rio Paracatu	-17°	21'	1"	-45°	31'	53"	600
PT013	Rio PARACATU próximo de sua foz no Rio São Francisco	-16°	41'	18"	-45°	14'	8"	470

A Figura 39 apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio Paracatu e das respectivas estações de monitoramento operadas pelo IGAM.

Realizam-se dois tipos de campanhas de amostragem: completas e intermediárias. As campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março e em julho/agosto/setembro, caracterizam, respectivamente, os períodos de chuva e estiagem, enquanto as intermediárias, realizadas nos meses abril/maio/junho e outubro/novembro/dezembro, caracterizam os demais períodos climáticos do ano.

Nas campanhas completas é realizada uma extensa série de análises, englobando, em média, 50 parâmetros, comuns a todas as estações de amostragem, conforme pode ser observado na Tabela 63.

Tabela 63: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas

Parâmetros comuns a todas as estações	
Alcalinidade Bicarbonato	Fosfato Total
Alcalinidade Total	Índice de Fenóis
Amônia	Magnésio
Arsênio	Manganês
Bário	Mercúrio
Boro	Níquel
Cádmio	Nitrato
Cálcio	Nitrito
Chumbo	Nitrogênio Orgânico
Cianetos	Óleos e Graxas
Cloretos	Oxigênio Dissolvido - OD
Cobre	pH “in loco”
Coliformes Fecais	Potássio
Coliformes Totais	Selênio
Condutividade Elétrica “in loco”	Sódio
Cor	Sólidos Dissolvidos
Cromo(III)	Sólidos em Suspensão
Cromo(VI)	Sólidos Totais
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Surfactantes Aniônicos
Demanda Química de Oxigênio – DQO	Sulfatos
Dureza (Cálcio)	Sulfetos
Dureza (Magnésio)	Temperatura da Água
Estreptococos Fecais	Temperatura do Ar
Ferro Solúvel	Turbidez
	Zinco

Nas campanhas intermediárias são analisados 18 parâmetros genéricos em todas as estações, como mostra a Tabela 64. Para cada estação de monitoramento, dependendo das atividades que apontem uma maior pressão e expressividade, também são incluídos parâmetros específicos e característicos conforme as fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta.

Tabela 64: Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragem analisados nas campanhas intermediárias.

Parâmetros comuns a todas as estações	
Amônia	Nitrogênio Orgânico
Cloretos	Oxigênio Dissolvido
Coliformes Fecais	pH “in loco”
Condutividade Elétrica “in loco”	Sólidos Dissolvidos
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Sólidos em Suspensão
Demanda Química de Oxigênio	Sólidos Totais
Fosfato Total	Temperatura da Água
Nitrato	Temperatura do Ar
Nitrito	Turbidez

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

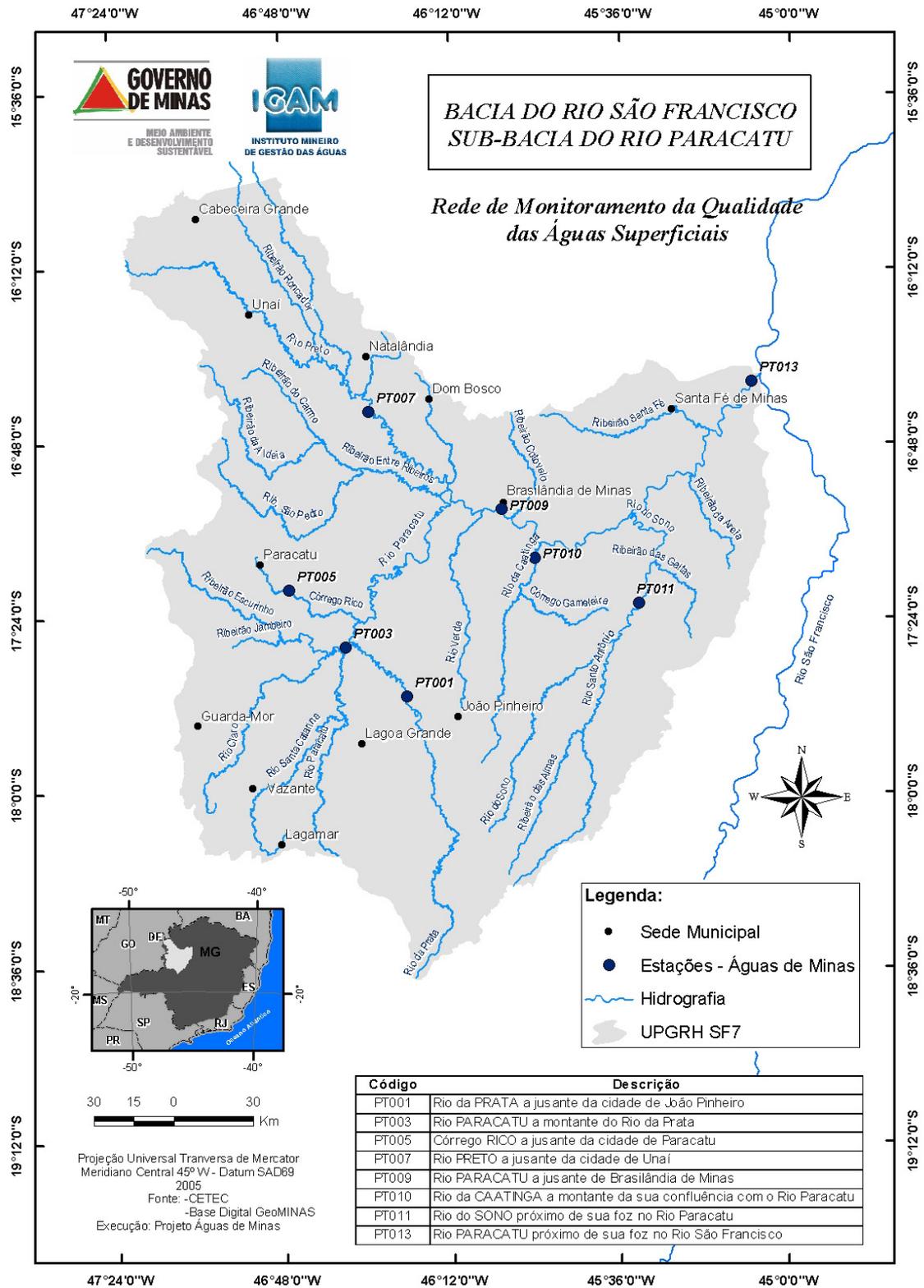


Figura 39: Mapa de localização da bacia do rio Paracatu e das estações de monitoramento

12.1 – Indicadores Ambientais

Os resultados da qualidade das águas consideraram os seguintes indicadores ambientais: o Índice de Qualidade de Água (IQA), a Contaminação por Tóxicos (CT) e os Ensaio de Ecotoxicidade.

O Índice de Qualidade das Águas – IQA é um facilitador na interpretação geral da condição de qualidade dos corpos de água. Ele indica o grau de contaminação das águas devido aos materiais orgânicos, fecais, nutrientes e sólidos, que normalmente são indicadores de poluição devido aos despejos domésticos.

O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, dos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental. Cada técnico selecionou, a seu critério, os parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série de parâmetros especificados. O tratamento dos dados da mencionada pesquisa definiu um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido; coliformes fecais; pH; demanda bioquímica de oxigênio; nitrato; fosfato total; temperatura da água; turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo.

Para o cálculo do IQA é utilizado o software IQACAL, desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico do Estado de Minas Gerais (CETEC). Este software calcula as notas específicas de cada parâmetro e o índice final aditivo e multiplicativo, sendo que os resultados impressos incluem unicamente o IQA multiplicativo. Os valores do índice variam entre 0 e 100.

Em função das concentrações observadas dos parâmetros tóxicos: amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo hexavalente, índice de fenóis, mercúrio, nitritos, nitratos e zinco, a CT é caracterizada como Baixa, Média ou Alta. Comparam-se os valores analisados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) na Deliberação Normativa Nº 10/86. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de concentrações iguais ou inferiores a 20% dos limites de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração entre 20% e 100% dos limites mencionados, enquanto a contaminação Alta refere-se às concentrações superiores a 100% dos limites. A pior situação identificada no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do período em consideração.

Com ampla utilização nos países desenvolvidos e em uso em alguns estados do Brasil, os Ensaio de Ecotoxicidade complementam a metodologia tradicionalmente adotada, através de padrões de emissão e de qualidade para controle de poluição das águas. Servem como instrumento para melhor compreensão e fornecimento de respostas às ações que vêm sendo empreendidas, no sentido de se reduzir a toxicidade do despejo líquido; de interpretar o efeito da mesma sobre o corpo receptor e, em última instância,

de promover a melhoria da qualidade ambiental. Os Ensaio de Ecotoxicidade consistem na determinação do potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura complexa, sendo os efeitos desses poluentes detectados através da resposta de organismos vivos.

No ensaio de ecotoxicidade crônica, o organismo aquático utilizado é o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. Três resultados podem ser observados (Agudo, Crônico e Não Tóxico) na avaliação dos efeitos deletérios sobre os organismos aquáticos. O efeito agudo é caracterizado por uma resposta severa e rápida a um estímulo, a qual se manifesta nos organismos aquáticos em tempos relativamente curtos (0 a 96 horas), sendo o efeito morte o mais observado. O efeito crônico caracteriza-se pela resposta a um estímulo que continua por longos períodos de exposição do organismo ao poluente (1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo), que pode ser expressa através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas e de reprodução, etc.

Quando da ocorrência de eventos caracterizando efeito agudo ou crônico nas amostras de água coletadas, considera-se resultado positivo, indicando que os respectivos corpos de água que estão sendo avaliados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática. A estação no rio Preto a jusante da cidade de Unai (PT007) vem sendo contemplada com os ensaios de ecotoxicidade desde a terceira campanha de 2003.

12.2 – Parâmetros de Qualidade das Águas e Análise das Violações

A análise dos principais parâmetros de qualidade das águas foi realizada a partir da influência destes parâmetros nos resultados do IQA, da contaminação por tóxicos e as suas freqüências de violações quanto aos limites da legislação. Considerou-se a evolução espacial e temporal dos parâmetros monitorados, confrontando-os com os limites estabelecidos na legislação em todas as estações de amostragem na bacia do rio Paracatu.

Para a análise das violações levantou-se o percentual de amostras cujas concentrações violaram em pelo menos 20% do valor padrão da Deliberação Normativa COPAM nº 10 de 1986, considerando a Classe 2¹ do enquadramento do corpo de água. Ordenou-se de forma decrescente a porcentagem de violações de todos os parâmetros de qualidade de água e essa classificação é um indicativo dos constituintes mais críticos na bacia.

As informações disponíveis a respeito do IQA, além dos parâmetros fosfato total, coliformes fecais e turbidez, foram apresentados em gráficos que mostram perfis de concentrações médias, máximas e mínimas ao longo do rio Paracatu e seus afluentes monitorados. Objetivando ter uma maior compreensão dessas informações foram construídos gráficos referentes ao período chuvoso e seco, sendo apresentados os limites de classe de cada parâmetro.

¹ Para os corpos de água da bacia do rio Paracatu que ainda não foram enquadrados[,] levou-se em consideração o item c do Art. 11 da Deliberação Normativa COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986, que estabelece que “enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas serão consideradas Classe 2.

12.3 – Resultados

12.3.1 - Índice de Qualidade das Águas (IQA)

A média aritmética do IQA, no rio Paracatu e seus afluentes, para o ano de 2004, indica que ocorre predominância de condições de qualidade de água Boa e Média, demonstrando que o rio Paracatu e seus principais afluentes apresentam qualidade satisfatória do ponto de vista sanitário (Figura 40). Contudo, destacam-se duas estações de monitoramento: PT001 e PT005, localizadas no rio Preto e no córrego Rico, respectivamente, onde os resultados dos principais parâmetros envolvidos no cálculo do IQA como coliformes fecais, turbidez e fósforo total indicaram certo comprometimento das suas águas, refletidos na média final do IQA.

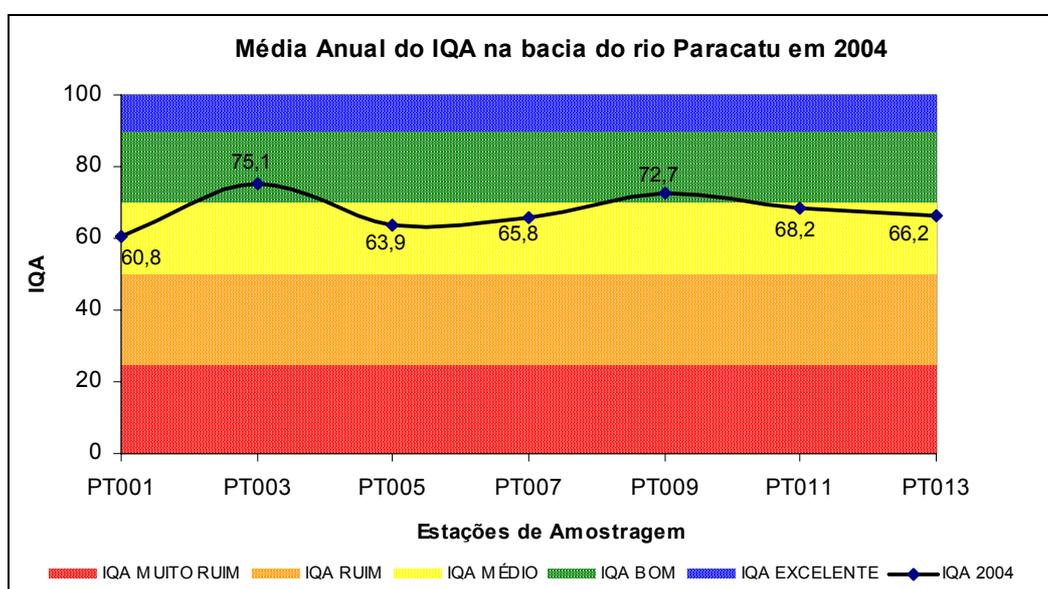


Figura 40: Evolução espacial e temporal do Índice de Qualidade das Águas na bacia do Rio Paracatu no ano 2004.

A Figura 41 apresenta o mapa da média anual do IQA para 2004, bem como os gráficos de evolução temporal da média do IQA por estação de amostragem no período de 1997 a 2004.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

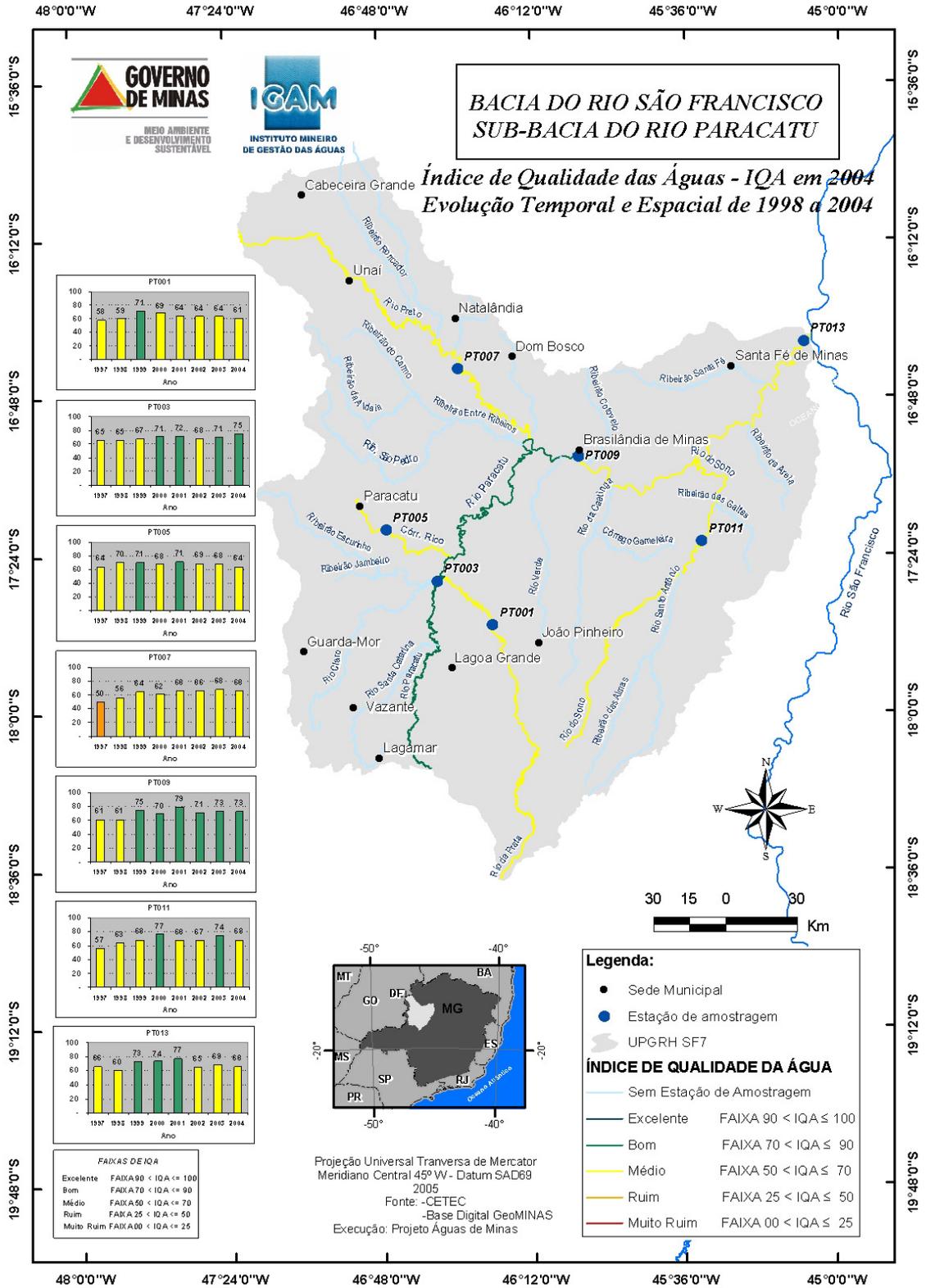


Figura 41: Mapa da média anual do IQA – 2004 e gráficos de evolução temporal da media do IQA por estação de amostragem no período de 1997 a 2004

A variação entre os valores mínimo e máximo do IQA observados para os pontos de amostragem do rio Paracatu e seus afluentes está associada com a variação sazonal. As melhores condições de qualidade de água ao longo dos anos, conforme demonstrado na Figura 42, foram observadas nos períodos de estiagem quando prevalecem condições de IQA Bom e Médio.

No período chuvoso, verificou-se que há um aumento nas ocorrências de sólidos suspensos, nutrientes, matéria orgânica e coliformes fecais, interferindo no resultado final do IQA que neste período variou entre Ruim e Médio. Este resultado demonstrou que as fontes de poluição difusa contribuem de forma significativa para a situação ambiental da bacia do rio Paracatu.

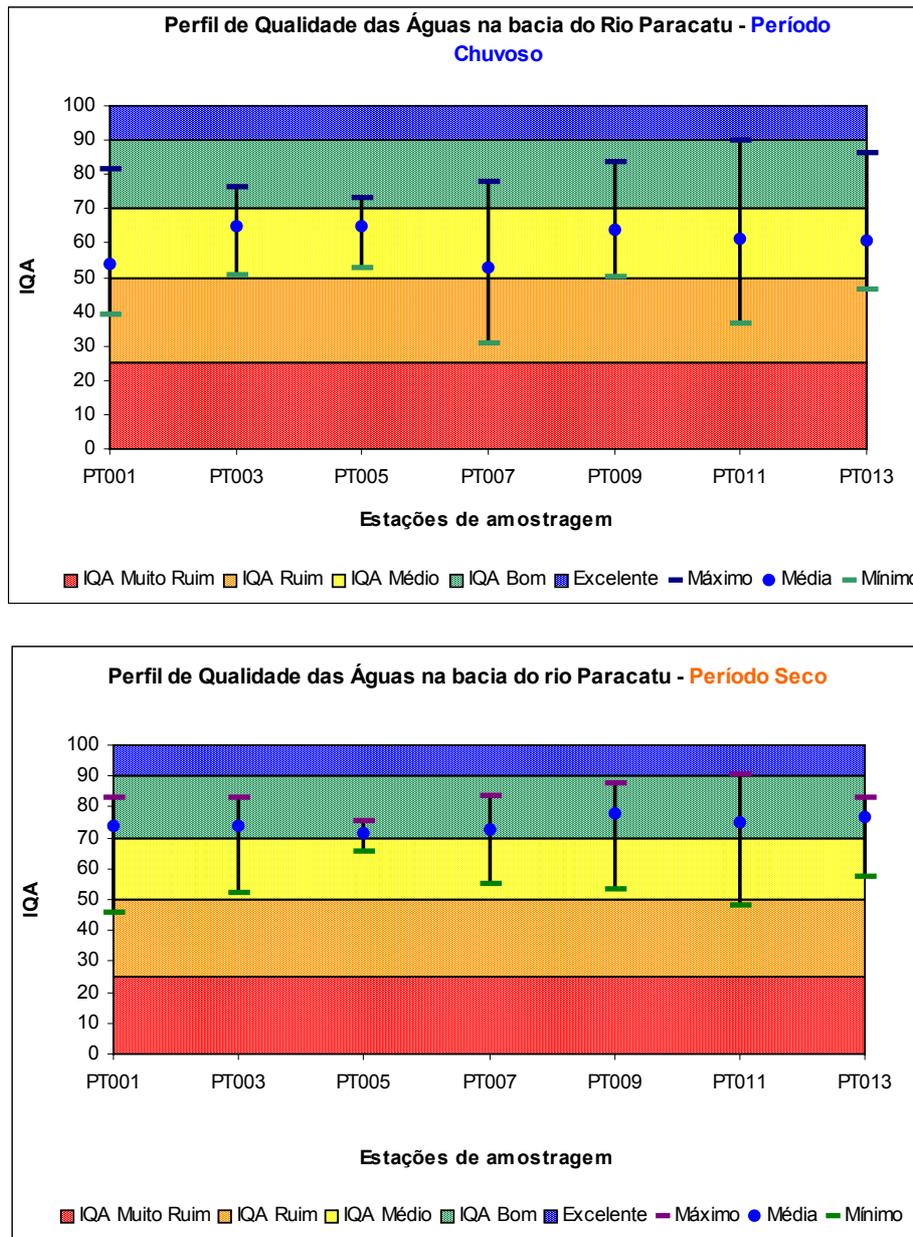


Figura 42: Resultados de IQA na bacia do rio Paracatu nos períodos chuvoso e seco (1997 a 2004).

12.3.2 - Contaminação por Tóxicos

Como o IQA não considera a maioria dos parâmetros tóxicos analisados, adota-se o indicador Contaminação por Tóxicos (CT), que leva em conta um conjunto de treze parâmetros para se avaliar a qualidade das águas.

Na bacia do rio Paracatu, verificou-se a predominância da Contaminação por Tóxicos Baixa, ao longo dos anos de monitoramento, conforme observado na Figura 43. Isto significa que a maioria das análises de parâmetros tóxicos apresentou resultados inferiores a 1,2 vezes os limites de Classe 2 estabelecidos pela DN COPAM 10/86. Em 2004, observou-se que a Contaminação por Tóxicos Alta ocorreu em apenas 11% das análises, e isto se deveu, principalmente, aos resultados de índice de fenóis.

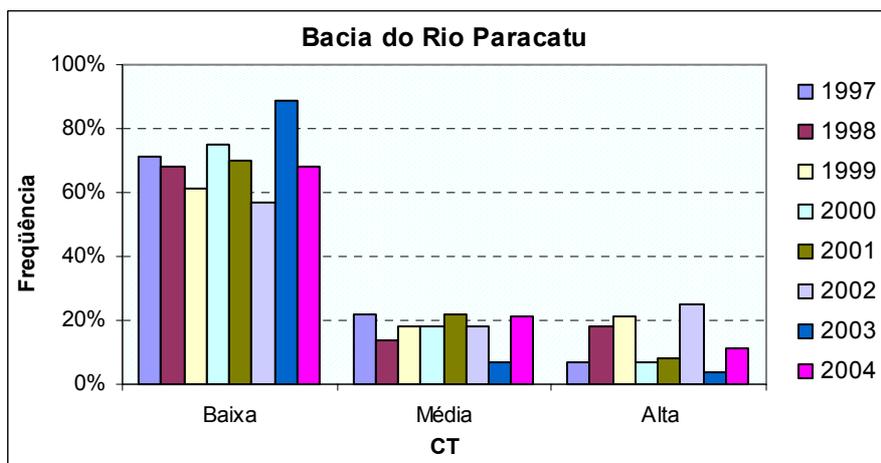


Figura 43: Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos na Bacia do Rio Paracatu. Período de 1997 a 2004.

A Figura 44 apresenta o mapa da média anual do CT para 2004, bem como os gráficos de evolução temporal da CT médio por estação de amostragem no período de 1997 a 2004.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

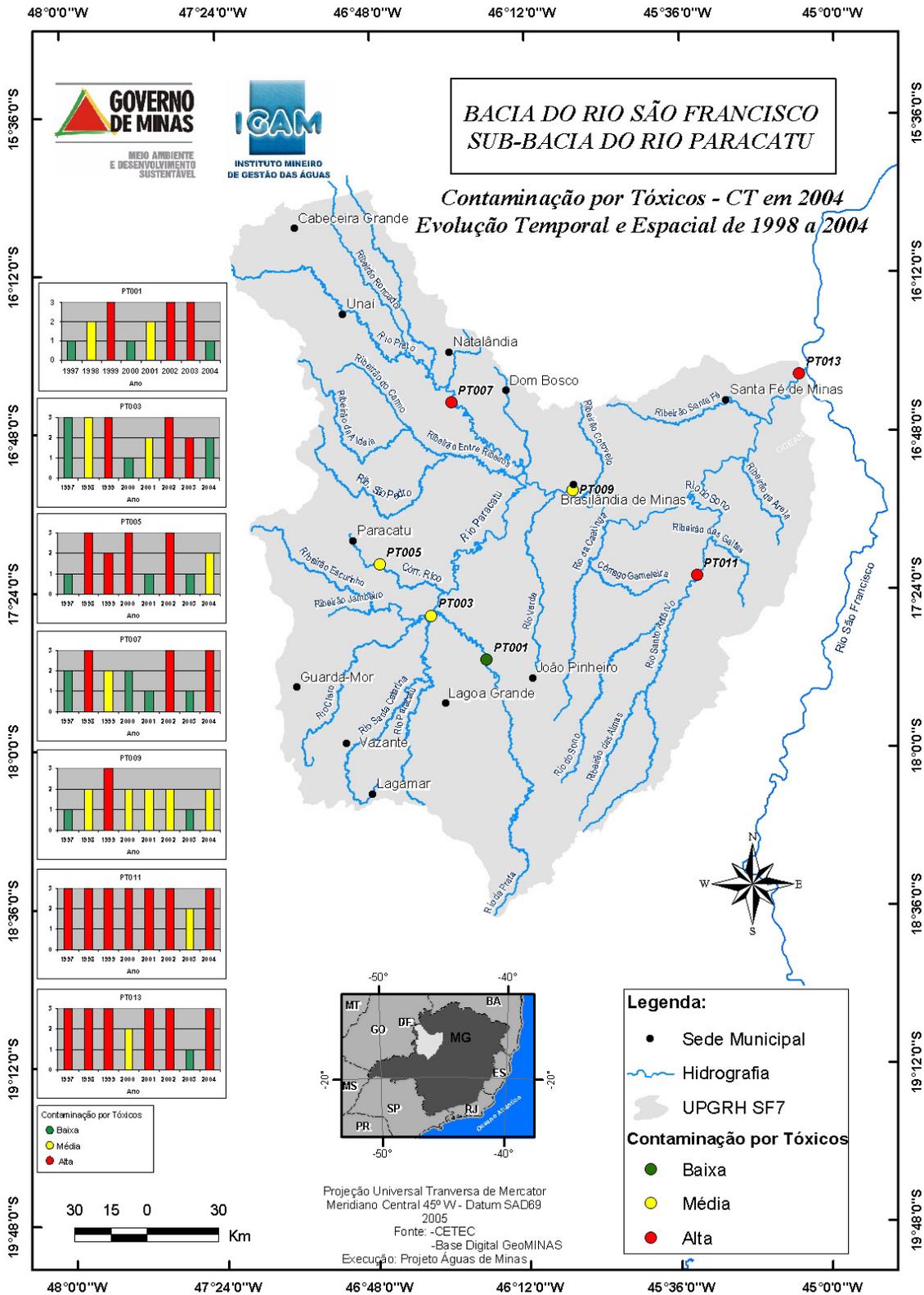


Figura 44: Mapa da média anual do CT – 2004 e gráficos de evolução temporal do CT médio por estação de amostragem, no período de 1997 a 2004

Uma avaliação da frequência percentual de ocorrência dos contaminantes tóxicos nos níveis de contaminação Baixa, Média e Alta foi realizada no período de 1997 a 2004, conforme apresentado na Tabela 65. Observou-se que os parâmetros índice de fenóis e cobre, seguidos pelo cádmio e chumbo, são os maiores responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta, o que significa que excederam em pelo menos duas vezes os limites da Classe de enquadramento estabelecidos pela DN COPAM 10/86. Dentre estes compostos tóxicos, o índice de fenóis prevaleceu como responsável pela maioria das ocorrências de CT Alta (13%) na bacia do rio Paracatu de 1997 a 2004.

Tabela 65: Frequência de ocorrência de parâmetros tóxicos no indicador de Contaminação por Tóxicos, na Bacia do Rio Paracatu no período de 1997 a 2004.

Parâmetros	Baixa	Média	Alta	Total de Análises
Índice de Fenóis	69,7%	16,6%	13,7%	175
Cobre	95,7%	0,0%	4,3%	115
Cádmio	95,9%	2,1%	2,1%	146
Chumbo	96,0%	2,4%	1,6%	125
Cianeto	98,4%	1,6%	0,0%	125
Amônia	99,5%	0,5%	0,0%	210
Arsênio	100,0%	0,0%	0,0%	104
Bário	100,0%	0,0%	0,0%	105
Cromo	100,0%	0,0%	0,0%	105
Mercúrio	100,0%	0,0%	0,0%	105
Nitrato	100,0%	0,0%	0,0%	210
Nitrito	100,0%	0,0%	0,0%	140
Zinco	100,0%	0,0%	0,0%	105

Em 2004, 67% das ocorrências de Contaminação por Tóxicos Alta na bacia do rio Paracatu foi devido às elevadas concentrações do índice de fenóis, confirmando a tendência observada no estudo das ocorrências de contaminantes tóxicos de 1997 a 2004. O cobre aparece logo em seguida com 33% das ocorrências de CT Alta na bacia do rio Paracatu. A Figura 45 apresenta a frequência de ocorrência e os parâmetros tóxicos na Contaminação por Tóxicos Média e Alta na bacia do Paracatu em 2004.

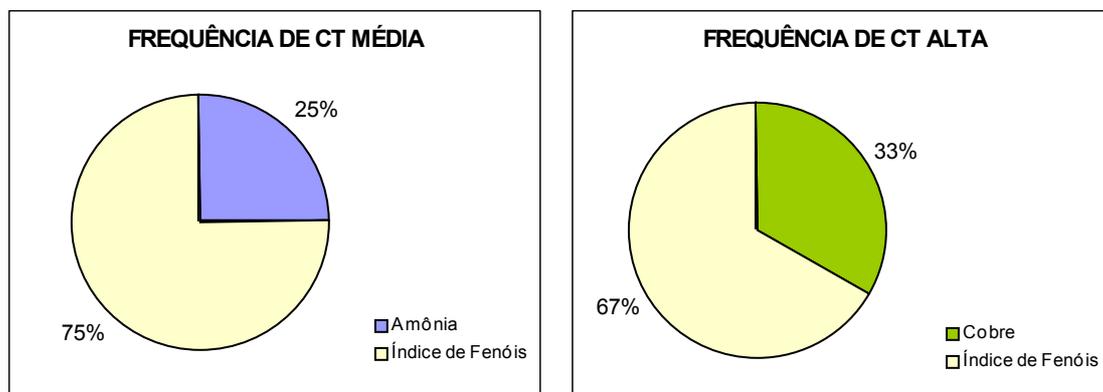


Figura 45: Frequência de ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta na bacia do rio Paracatu em 2004.

12.3.3 - Ensaio Ecotoxicológicos

Desde o segundo semestre do ano de 2003, amostras de água do rio Preto, no trecho a jusante da cidade de Unaí (PT007), foram coletadas para realização de ensaios ecotoxicológicos, no sentido de se verificar as condições para a manutenção da vida aquática deste corpo d'água.

Os resultados obtidos evidenciaram uma situação preocupante: em quatro dos seis ensaios conduzidos foi detectado algum tipo de efeito deletério (morte, alterações fisiológicas, redução da fecundidade) sobre o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, o que representa uma ocorrência de resultados positivos igual a 67% (Figura 46). Tal quadro indica a necessidade de um monitoramento mais detalhado da bacia, sobretudo considerando a importância da agricultura com uso de agroquímicos para a economia da região.

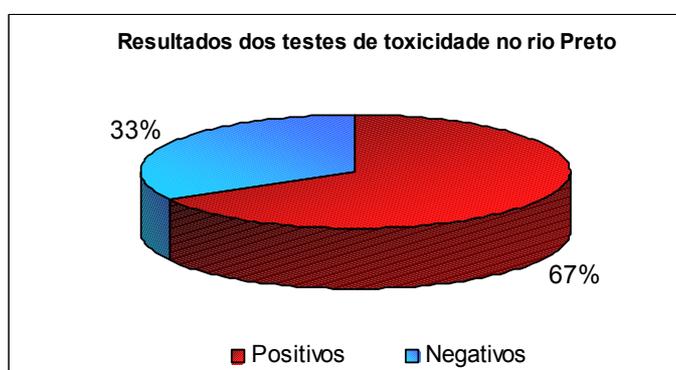


Figura 46: Porcentagem de ocorrência de resultados positivos e negativos dos ensaios de ecotoxicológicos realizados no rio Preto no período de 2003 a 2004

12.3.4 - Qualidade das Águas Superficiais

Considerando a série de dados, no período de 1997 a 2004, para as sete estações de amostragem da bacia do rio Paracatu operadas pelo Projeto Águas de Minas, avaliou-se, para os parâmetros monitorados, o percentual de amostras cujos valores violaram os limites legais da DN COPAM 10/86 do estado de Minas Gerais, considerando a Classe 2 de enquadramento do corpo de água. A Tabela 66 apresenta o percentual de violações em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro, indicando os constituintes mais críticos na bacia. Estes resultados permitiram conhecer as principais interferências das atividades predominantes na bacia, como agricultura, pecuária extensiva e mineração, além de outras formas de uso ou problemas naturais do solo da bacia de drenagem que podem afetar a qualidade da água na área de estudo.

Tabela 66: Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de violações de classe de enquadramento em toda a bacia do rio Paracatu no período de 1997 a 2004.

Parâmetros	Violações	Total de Análises
Fosfato Total	58,6%	210
Índice de Fenóis	29,7%	175
Turbidez	27,6%	210
Manganês	24,5%	155
Coliformes Fecais	18,8%	207
Coliformes Totais	17,0%	206
Cor	13,8%	145
Óleos e Graxas *	11,4%	105
Cobre	4,3%	115
Cádmio	4,1%	146
Chumbo	4,0%	125
Ferro Solúvel	3,0%	135
Cianetos	1,6%	125
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	1,0%	209
Amônia não Ionizável	0,5%	210
Oxigênio Dissolvido (OD)	0,5%	210
pH in loco	0,0%	204
Sólidos Dissolvidos	0,0%	175
Cloretos	0,0%	210
Sulfatos	0,0%	105
Nitrogênio Amoniacal	0,0%	210
Nitrato	0,0%	210
Nitrito	0,0%	140
Substâncias Tensoativas	0,0%	105
Arsênio	0,0%	104
Bário	0,0%	105
Boro	0,0%	105
Cromo III	0,0%	105
Cromo VI	0,0%	105
Mercúrio	0,0%	105
Níquel	0,0%	105
Selênio	0,0%	105
Zinco Total	0,0%	105

* Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 1mg/L

Os estudos sobre a situação de qualidade das águas no rio Paracatu e seus afluentes contemplaram a caracterização da situação prevalente nas sete estações de amostragem e uma avaliação da evolução e tendências de comportamento da qualidade no percurso das águas nos períodos chuvoso (1ª e 4ª trimestres) e seco (2º e 3º trimestre), pois ocorre uma variação sazonal marcante na qualidade das águas nesta bacia.

De acordo como os resultados apresentados na Tabela 66, o parâmetro que apresentou maior desconformidade com o padrão legal foi o fosfato total, que superou o limite da classe em mais de 58% das determinações nos corpos de água monitorados. Na seqüência, tem-se o índice de fenóis (29,7%), turbidez (27,6%) e manganês (24,5%), dentre outros.

A bacia do rio Paracatu vem apresentando ocorrências de fosfato total acima do padrão legal ao longo dos anos (58% das análises realizadas no período de 1997 a 2004), sendo este o parâmetro que apresentou o maior percentual de violações de toda bacia. No período chuvoso (1ª e 4ª campanhas), ocorre um grande aumento no aporte das cargas de fosfato nos corpos de água da bacia do rio Paracatu, onde os valores médios deste parâmetro foram considerados excessivos em relação à DN COPAM 10/86 em todas as estações de amostragem, como pode ser observado na Figura 47.

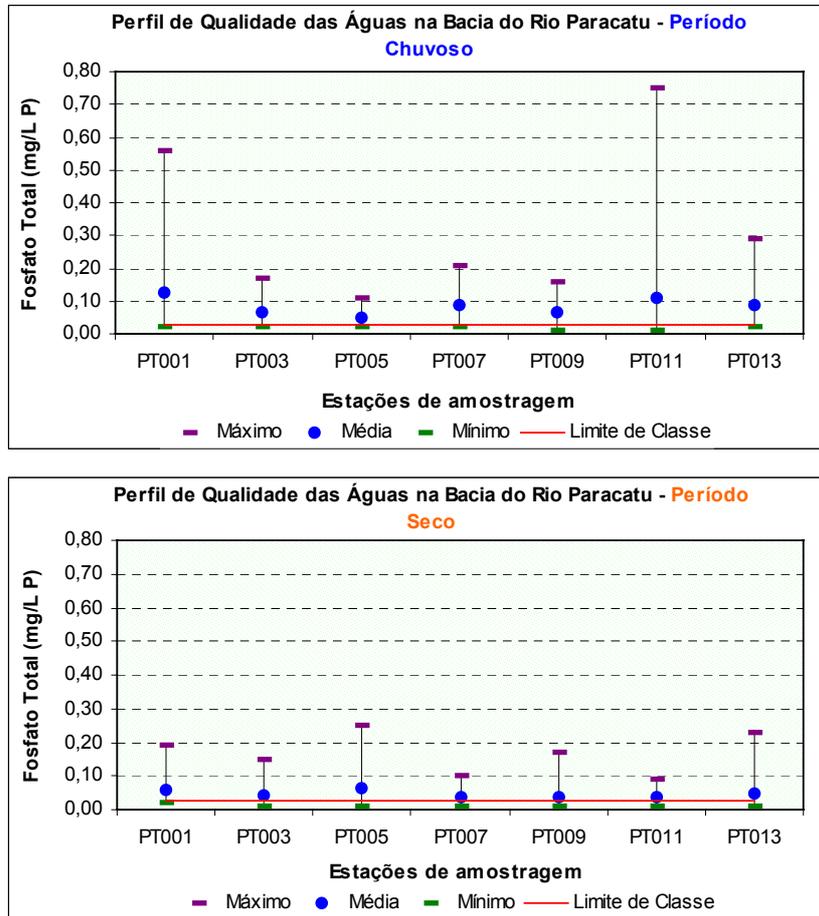


Figura 47: Ocorrências de fosfato total na bacia do rio Paracatu no período chuvoso e seco, de 1997 a 2004.

Na bacia do rio Paracatu, as concentrações elevadas de fosfato total, observadas no período chuvoso, podem estar relacionadas, principalmente, à fertilização dos solos da bacia, uma vez que os mesmos são predominantemente latossolos, com baixa fertilidade e acidez elevada, necessitando aplicações de corretivos como calcário e fertilizantes para atingirem produtividade satisfatória. Além disso, grandes áreas de vegetação natural da bacia do rio Paracatu foram desmatadas, dando lugar ao reflorestamento de eucalipto, o que exige também a correção do solo com consumo de fertilizantes. A Figura 48 ilustra uma extensa área de plantação de eucalipto na sub-bacia do rio do Sono, onde foi observada uma das maiores ocorrências de fosfato total no período chuvoso.



Figura 48: Grandes extensões de monocultura de eucalipto na sub-bacia do rio do Sono (MG).

No período seco (2^a e 3^a campanhas), verificou-se que, nos trechos dos corpos de água que recebem influência dos maiores centros urbanos da bacia, houve um aumento da concentração de fosfato total nas águas, caracterizando a contribuição da poluição pontual nestes locais. Este fato foi observado especialmente no córrego Rico, localizado a jusante da cidade de Paracatu (PT005), conforme pode ser verificado na Figura 47, confirmando os impactos dos lançamentos de esgoto domésticos provenientes desta cidade.

Segundo Oliveira-Filho & Lima (2002), o fósforo está presente, sobretudo, nas descargas de esgoto e nas águas provenientes do escoamento superficial de terras cultivadas. Esse elemento torna-se perigoso por ser o nutriente mais importante no processo de eutrofização do corpo hídrico, ou seja, o enriquecimento de nutrientes minerais e orgânicos pode promover o crescimento excessivo de algas e de plantas aquáticas e, com isso, causar a desoxigenação da água levando a morte aos peixes, dentre outras conseqüências.

Os resultados de manganês apresentaram a mesma tendência do fosfato total, uma vez que, no período chuvoso, os comportamentos foram equivalentes, como pode ser observado na Figura 49. Observa-se que os valores mais elevados foram observados no ribeirão da Prata (PT001) e no rio Preto (PT007).

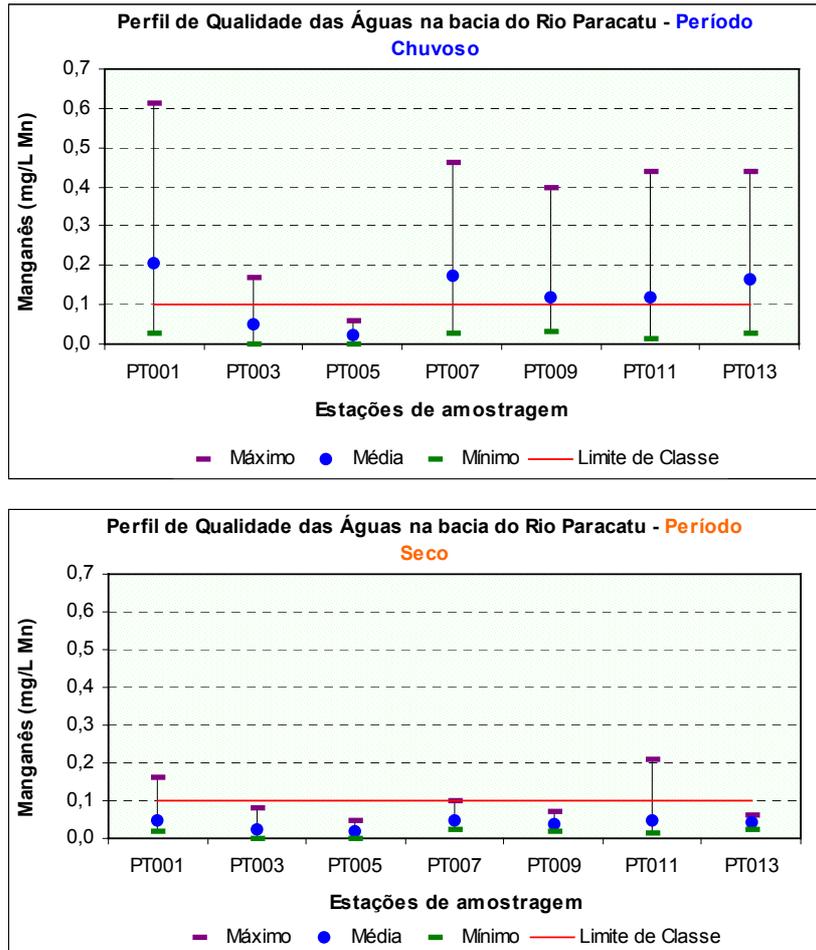
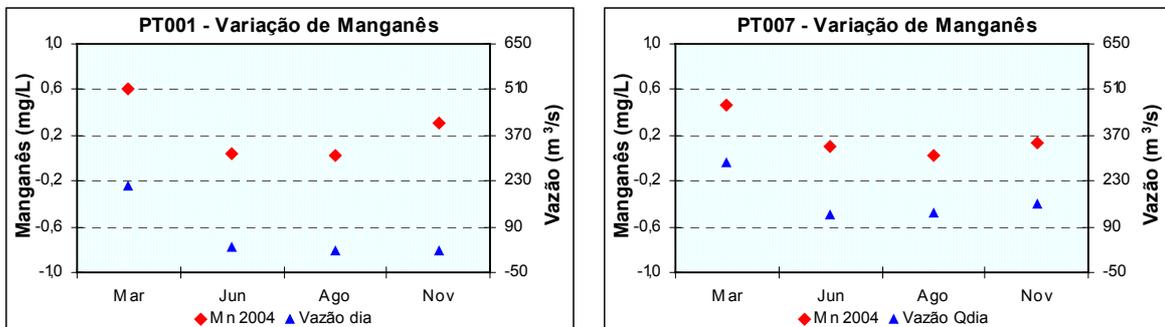


Figura 49: Ocorrências de manganês na bacia do rio Paracatu no período chuvoso e seco de 1997 a 2004.

A Figura 50 apresenta a relação entre a vazão determinada no dia da coleta e as concentrações de manganês registradas nas campanhas de amostragem do ano 2004. Observou-se que as maiores concentrações de manganês ocorreram nos meses onde a vazão foi mais elevada, confirmando a relação do período chuvoso com a ocorrência deste metal nos corpos de água.



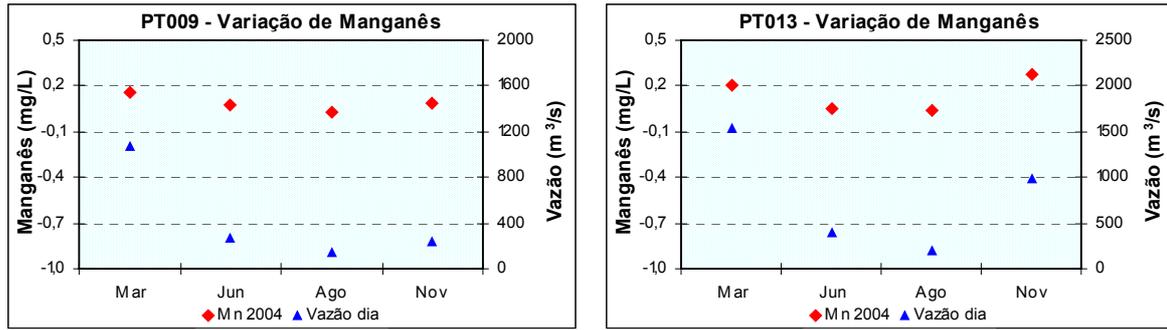


Figura 50: Variação de manganês nos rios da Prata (PT001), Preto (PT007) e Paracatu (PT009 e PT013) em relação à vazão para o ano de 2004.

As ocorrências de manganês podem estar relacionadas, em parte, ao uso de fertilizantes na região, uma vez que o manganês também é apontado como um dos micronutrientes essenciais presentes nos fertilizantes e corretivos agrícolas utilizados, especialmente, nas culturas de soja (Embrapa Soja, 2001). No entanto, não se descarta a contribuição de manganês, e também do fósforo, por meio de fatores naturais, pois a origem dos mesmos pode estar associada ao contexto pedológico da região. De qualquer forma, a origem antropogênica para estes elementos deve ser predominante, uma vez que valores elevados de manganês e fósforo ocorreram em vários pontos da bacia. Assim, recomenda-se a análise dos solos e uma análise criteriosa dos fertilizantes utilizados na região, de modo a confirmar a origem destes elementos.

As técnicas de manejo inadequado do solo, associadas às áreas de mineração e pastagens, contribuem para o aumento de enxurradas nas áreas de plantio, lixiviação e processos de erosão, aumentando a quantidade de sedimentos e nutrientes carreados, que acabam disponibilizando elementos como fósforo, nitrogênio e manganês nos corpos de água. Estas práticas explicam, também, a elevada turbidez das águas no período chuvoso, como é observado no rio da Prata (Figura 51).



Figura 51: Assoreamento observado no rio da Prata na ponte da BR 040, próximo ao município de João Pinheiro, MG, onde está localizada a estação de amostragem PT001.

Os baixos valores da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), identificados na bacia do rio Paracatu, indicaram que suas águas possuem baixos teores de materiais orgânicos, pois, na maioria dos locais monitorados, verificou-se valores abaixo do limite legal. Conseqüentemente, os valores de oxigênio dissolvido (OD) permaneceram acima do padrão legal na maior parte do tempo.

Os coliformes fecais mostraram-se com maiores ocorrências no período chuvoso, sobretudo em regiões onde a pecuária extensiva abrange grandes áreas, como nas sub-bacias do rio da Prata, ribeirão Entre Ribeiros e rio Preto. Neste período, ocorre o carreamento de materiais dos solos, principalmente fezes de gado, pelas águas das chuvas, resultando na contaminação dos corpos de água, como demonstrado na Figura 52. No período seco, a maioria dos corpos de água monitorados permaneceu com valores médios de coliformes fecais abaixo do padrão legal.

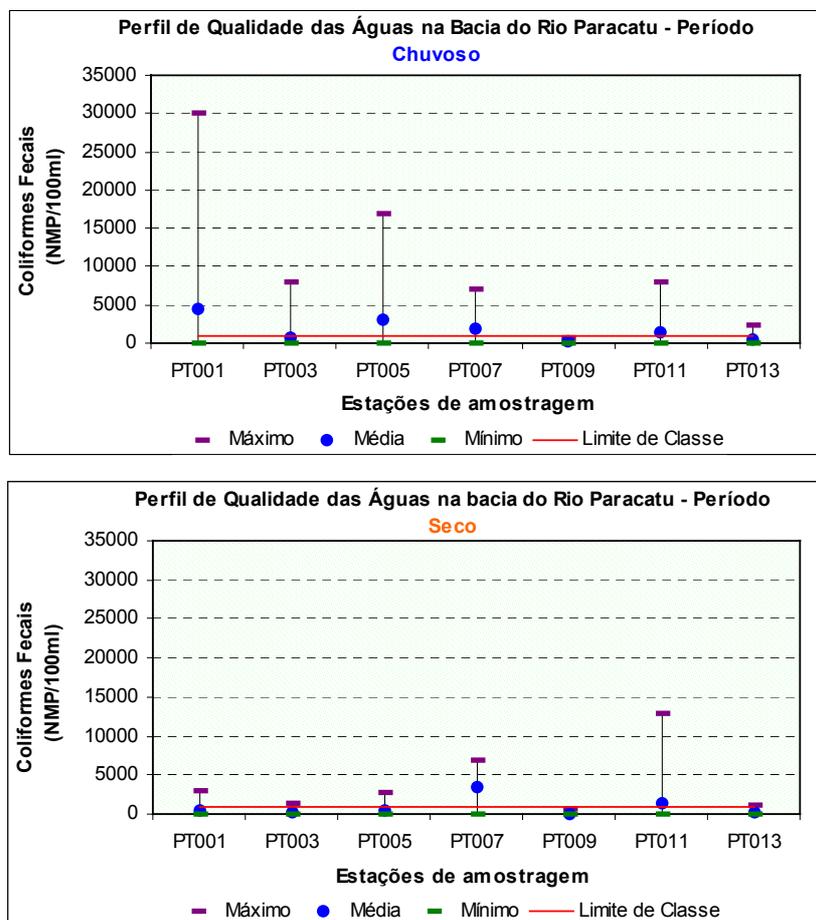


Figura 52: Ocorrências de Coliformes Fecais na bacia do rio Paracatu no período chuvoso e seco de 1997 a 2004.

Na bacia do rio Paracatu, os metais pesados cobre, cádmio e chumbo apresentaram valores em não conformidade com os padrões legais em 4,3%, 4,1% e 4,0% das análises realizadas, respectivamente, no período de 1997 a 2004. Estas frequências foram pouco representativas em relação ao número total de análises realizadas e apresentaram uma distribuição bastante aleatória na bacia. As ocorrências destes metais, sobretudo a do cobre, estão associadas à utilização de fertilizantes fosfatados e calcários, que, na sua grande maioria, possuem micronutrientes como cobre, zinco, chumbo e até mesmo o cádmio na sua composição.

Conforme observado na Figura 53, houve várias ocorrências de fenóis em não conformidade com o padrão legal em todos os trechos monitorados na bacia do rio Paracatu, no período de 1997 a 2004. Apesar disso, percebeu-se uma redução das concentrações de índice de fenóis nos últimos três anos, sobretudo no rio Preto (PT007) e no córrego Rico (PT005), onde tinham sido encontradas as concentrações mais elevadas. É importante salientar que os fenóis são compostos orgânicos bastante tóxicos aos organismos aquáticos. Dentre as diversas fontes deste composto podemos mencionar os despejos domésticos e a degradação microbiológica de pesticidas, o que explicaria as concentrações de fenóis sobretudo no córrego Rico e no rio Preto.

Vale ressaltar que a legislação vigente no estado de Minas Gerais (DN 10/86) estabelece como limite para índice de fenóis 0,001mg/L C_6H_5OH . No entanto, os limites propostos pela Resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), de 17 março de 2005, que substitui a resolução nº 20/86, recomenda um novo limite para fenóis totais em corpos de água na Classe 2 de 0,003mg/L C_6H_5OH , sendo este limite bem menos restritivo que a legislação estadual atualmente vigente.

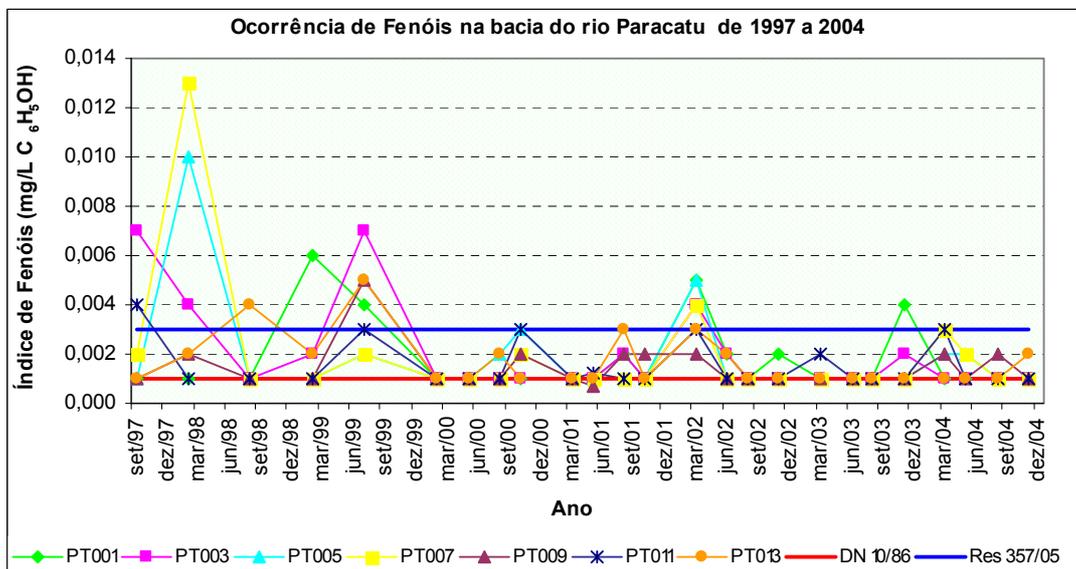


Figura 53: Evolução temporal e espacial das ocorrências de índice de fenóis na bacia do rio Paracatu no período de 1997 a 2004.

12.4 – Avaliação Ambiental

Foram identificadas as principais violações de parâmetros, em relação aos limites legais, nos pontos de amostragem da bacia do rio Paracatu. O quadro a seguir apresenta os principais fatores de PRESSÃO associados aos indicadores de degradação em 2004 e os parâmetros que apresentaram as maiores violações no período de 1997 a 2004 para cada estação de amostragem, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas na bacia do rio Paracatu.

Corpo de Água	Estação	Classe	PRESSÃO	ESTADO	
			Fatores de Pressão	Indicadores de Degradação em 2004	Indicadores com maior nº de violações no período de 1997 a 2004
Rio Paracatu	PT003	2	Carga difusa Atividade minerária Agricultura	Cor, fosfato total, amônia não ionizável, ferro solúvel e manganês	Fosfato total, índice de fenóis, cor, manganês, turbidez e ferro solúvel
	PT009	2	Erosão Carga Difusa Agricultura	Cor, fosfato total, índice de fenóis e manganês	Fosfato total, índice de fenóis, turbidez, óleos e graxas, manganês e cor
	PT013	2	Carga difusa Erosão Agricultura Monocultura de Eucalipto	Turbidez, cor, fosfato total, índice de fenóis, cobre e manganês	Fosfato total, turbidez, índice de fenóis, manganês, cor e cobre
Rio da Prata	PT001	2	Reflorestamento Assoreamento Erosão Agropecuária Agricultura	Turbidez, cor, fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais e totais, manganês	Fosfato total, turbidez, coliformes fecais, manganês, índice de fenóis e coliformes totais
Córrego Rico	PT005	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de esgoto industrial Carga difusa Atividade minerária	Fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais e totais	Fosfato total, coliformes totais, índice de fenóis, coliforme fecais, óleos e graxas e cádmio
Rio Preto	PT007	2	Lançamento de esgoto sanitário Agricultura e Agropecuária Carga difusa	Turbidez, cor, fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais e totais e manganês	Fosfato total, turbidez, coliformes fecais, índice de fenóis, manganês e coliformes totais
Rio do Sono	PT011	2	Monocultura de Eucalipto Carga Difusa Agricultura e Agropecuária	Turbidez, cor, fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais e totais e manganês	Fosfato total, turbidez, coliformes totais, índice de fenóis, manganês e coliformes fecais

RESPOSTA – Ações de Controle Ambiental

Contaminação por lançamentos domésticos

Os corpos de água no estado de Minas Gerais apresentam um forte indicativo de contaminação por lançamentos de esgoto doméstico, em virtude do seu lançamento sem tratamento.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, os municípios de Unaí e Paracatu são os mais populosos e as estações de monitoramento de qualidade de água estão localizadas em trechos dos corpos de água a jusante da área urbana. Os resultados do IQA, que permitem uma análise de parâmetros relacionados aos esgotos sanitários, têm se mantido entre Médio e Bom nestes trechos, demonstrando uma boa capacidade de autodepuração por estes corpos.

No entanto, os esgotos domésticos lançados sem tratamento nos corpos de água contribuem com a ocorrência de organismos patogênicos nas águas, o que inviabiliza o seu uso para consumo humano e para balneabilidade. Portanto, mesmo possuindo baixas densidades populacionais, recomenda-se a ação conjunta entre a FEAM, SAAE's, COPASA, Prefeituras Municipais e Ministério Público, com participação do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paracatu para implantação e/ou otimização dos sistemas de esgotamento sanitário de todos os municípios desta bacia.

Contaminação por outras intervenções

As atividades agrícolas, pecuária extensiva e monoculturas desenvolvidas em diversas regiões da bacia do rio Paracatu podem estar contribuindo para as ocorrências de manganês, cobre, cádmio, chumbo e para os altos valores de turbidez observados principalmente no período chuvoso. Estas ocorrências refletem principalmente o uso intensivo de insumos agrícolas e o manejo inadequado do solo da região.

Recomenda-se ao IEF e ao IMA, com acompanhamento da Polícia Florestal, fazer uma fiscalização nas propriedades agrícolas a fim de verificar a correta utilização de insumos agrícolas no solo. Além disso, é de grande importância o apoio da SEMAD e de outros órgãos estaduais como EMATER, RURALMINAS e EPAMIG, no estabelecimento de programas de educação ambiental e das formas corretas na aplicação dos diversos produtos de correção do solo ou de agroquímicos.

Com relação às atividades de mineração, desenvolvidas principalmente nas sub-bacias do rio Santa Catarina e do rio Escuro, recomenda-se à FEAM e ao IGAM, juntamente com a Polícia Ambiental, priorizar a fiscalização nas empresas instaladas nesta região para verificar a eficácia das ações de controle ambiental adotadas, solicitando um programa contínuo de melhoria da gestão ambiental quando se julgar necessário, conforme minuta de termo de cooperação técnica abordada neste Plano Diretor.

12.5 – Avaliação da Rede de Monitoramento

A rede de monitoramento da bacia do rio Paracatu, no âmbito do Projeto Águas de Minas, tem permitido, nestes últimos oito anos, avaliar o processo de contaminação e degradação de alguns corpos de água. Visando a subsidiar a proposta de enquadramento dos corpos de água faz-se necessário indicar novas estações de monitoramento para melhorar a densidade de pontos de amostragem na bacia do rio Paracatu, principalmente, devido à extensão territorial da bacia.

O monitoramento já conduzido pelo IGAM está direcionado ao atendimento dos objetivos de uma rede básica de avaliação das condições de qualidade dos principais corpos de água no estado de Minas Gerais. Entretanto, a distribuição espacial das estações de amostragem e os parâmetros considerados atualmente não são suficientes para o controle da poluição específica das sub-bacias que possuem usos múltiplos e, por isso, apresentam impactos diversificados. A ampliação da rede de monitoramento direcionada à avaliação da condição ambiental e para subsidiar a proposta de enquadramento, proporcionará o aumento do fornecimento de informações das condições de qualidade específica dos corpos de água, tanto em relação aos seus diversos usos, quanto ao grau em que se encontram afetados pelas diversas atividades desenvolvidas na bacia.

Em vista disso, sugere-se a ampliação da rede de monitoramento da bacia do rio Paracatu, de modo que venha a abranger os seguintes corpos de água:

Bacia do rio Paracatu:

- Rio Paracatu a montante da confluência do rio Santa Catarina, que permitirá avaliar a condição do curso principal nas proximidades da sua cabeceira;
- Rio Paracatu a montante do ribeirão Entre Ribeiros, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias.

Sub-bacia do rio Santa Catarina:

- Rio Santa Catarina a montante do município de Vazante, que permitirá avaliar os eventuais efeitos dos lançamentos de esgotos sanitários e a situação das águas antes da contribuição da atividade de mineração.
- Rio Santa Catarina próximo à sua foz no rio Paracatu, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades minerárias e dos lançamentos de esgotos sanitários.

Sub-bacia do rio Escuro:

- Rio Claro a montante da confluência com o Arrenegado, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias.
- Ribeirão Arrenegado a jusante do córrego Guarda Mor, que permitirá avaliar os eventuais efeitos dos lançamentos de esgotos sanitários e das atividades agropecuárias.
- Ribeirão Escurinho após a confluência com o ribeirão Jambreiro, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias.
- Rio Escuro próximo à sua confluência com o rio Paracatu, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias e dos lançamentos de esgotos sanitários.

Sub-bacia do córrego Rico:

- Córrego Rico logo a jusante do município de Paracatu, que permitirá avaliar os eventuais efeitos dos lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais, bem como dos passivos das atividades garimpeiras.

Sub-bacia do ribeirão Entre Ribeiros:

- Ribeirão São Pedro a montante da confluência com o ribeirão Santa Rita, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias e a situação das águas antes da contribuição da atividade de mineração.
- Ribeirão São Pedro próximo à sua foz no ribeirão Entre Ribeiros, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias e da atividade de mineração.
- Ribeirão Entre Ribeiros próximo à sua foz no rio Paracatu, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias e de mineração.

Sub-bacia do rio Preto:

- Rio Preto a montante do município de Unaí, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias.

Sub-bacia do rio da Prata

- Rio da Prata próximo à localidade de Galena, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias.
- Rio da Prata a jusante do ribeirão da Estrema; que permitirá avaliar os eventuais efeitos dos lançamentos de esgotos sanitários e de efluentes industriais .

Sub-bacia do rio Verde

- Rio Verde próximo à sua foz no rio Paracatu, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias e dos lançamentos de esgotos sanitários.

Sub-bacia do Rio do Sono

- Rio Santo Antônio a montante da sua confluência com o rio do Sono, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias e dos lançamentos de efluentes industriais.
- Rio do Sono a montante da confluência do rio Santo Antônio, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades ali existentes.

Sub-bacia do ribeirão Santa Fé

- Ribeirão Santa Fé próximo à sua foz no rio Paracatu, que permitirá avaliar os eventuais efeitos das atividades agropecuárias e dos lançamentos de esgotos sanitários.

A localização exata das estações dos corpos de água onde esses pontos serão instalados deverá ser estabelecida em campo, atendendo às características locais e incluindo a medida das coordenadas geográficas. Também deverão ser estabelecidos, posteriormente, os parâmetros e a frequência de amostragem.

12.6 – Considerações Finais

A análise da qualidade das águas superficiais da bacia do rio Paracatu permitiu inferir que os maiores contribuintes na contaminação dos corpos de água são: a atividade agrícola, monoculturas e pecuária extensiva. A interferência de esgotos domésticos foi avaliada de forma pouco significativa, em virtude da quantidade e da localização das estações existentes, situadas a montante dos lançamentos dos efluentes.

São notórias as características agrícolas da bacia hidrográfica do rio Paracatu, com extensas regiões convertidas em plantações. Porém, a forma de cultivo sem adoção de práticas de conservação de solo e uso intensivo de insumos agrícolas tem sido uma das principais causas da redução da qualidade das águas nesta bacia.

A análise da qualidade das águas dos corpos de água revelou que a contribuição das fontes difusas de poluição é preponderante para a condição atual da bacia do rio Paracatu. Altos níveis de turbidez, fosfato total, coliformes fecais e manganês ocorreram constantemente no período chuvoso. Outros metais encontrados nas águas como cobre, cádmio e chumbo não podem ser associados diretamente a uma fonte específica de poluição, em virtude da sua ocorrência aleatória na bacia.

Os efeitos ecotoxicológicos verificados na estação monitorada no rio Preto a jusante da cidade de Unaí (PT007) evidenciaram uma situação preocupante. Em quatro dos seis testes conduzidos, foi detectado algum tipo de efeito deletério (morte, alterações fisiológicas, redução da fecundidade) sobre o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, o que representa uma ocorrência de resultados positivos igual a 67%. Tal quadro indica a necessidade de um monitoramento mais detalhado da bacia com relação ao uso de agroquímicos, sobretudo considerando-se a importância da agricultura para a economia da bacia.

O número e a distribuição espacial das estações de monitoramento operadas atualmente pelo IGAM não são suficientes para o conhecimento pleno da condição de qualidade dos corpos de água da Bacia do Rio Paracatu, cujas sub-bacias apresentam diversos usos e ocupação do solo e diferentes estados de conservação. Portanto, sugere-se a ampliação da rede de monitoramento, visando ao fornecimento de informações que permitam o conhecimento mais detalhado das condições ambientais destas sub-bacias.

12.7 – Qualidade das Águas Subterrâneas

Com base em 106 análises físico-químicas disponíveis no banco de dados da COPASA e no inventário hidrogeológico da região efetuado pelo CETEC em 1976, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu, realizado em 1996, apresentou uma avaliação da qualidade das águas subterrâneas. A análise das características físico-químicas das águas por sistema aquífero mostrou uma diferenciação considerada em relação aos sistemas granulares (cretácico e terciário-quadernário), quando comparados aos cársticos e cárstico-fissurados.

De um modo geral, os aquíferos granulares, em função do caráter litológico das rochas reservatórios e boas condições de circulação das águas, mostram-se com baixo conteúdo de sólidos dissolvidos, baixa dureza e muito baixas concentrações de cloretos e sulfatos. São águas em geral ácidas, com pH abaixo de 7, devido ao conteúdo de dióxido de carbono dissolvido.

Nos aquíferos areníticos do cretáceo, a condutividade varia de 3,75 a 203, com média de 43 micromhos/cm. No sistema terciário-quadernário, a condutividade média é de 61,5 micromhos/cm. No sistema Bambuí, a média é de 245, atingindo um valor máximo de 679 micromhos/cm.

A dureza das águas nos aquíferos cretáceo e terciário-quadernário varia de 0,33 a 124, com média de 17,8 e 21,8 mg/l CaCO₃, respectivamente. No sistema Bambuí, a média é de 106,1 com valor máximo de 362 mg/l CaCO₃.

As concentrações de cloretos e sulfatos, muito baixas no sistema Bambuí (médias de 8,1 e 3 mg/l), apresentam-se ainda mais baixas nos aquíferos granulares, com média de 2,5 mg/l no aquífero cretácico, para ambos os parâmetros, e de 1,0 e 1,78 mg/l, respectivamente no aquífero terciário-quadernário.

Nos aquíferos cretácicos, salvo algumas exceções devidas à eventual presença de cimento calcífero nos arenitos, ocorre em geral pH abaixo de 7, com predominância de valores na faixa de 5 a 6. No aquífero terciário-quadernário, à exceção de trechos onde há influência do substrato Bambuí, devido à sua pequena espessura, são comuns também águas com pH variando de 5,1 a 6,9.

Predominam em todos os sistemas aquíferos da bacia do rio Paracatu águas bicarbonatadas, sendo que no sistema Bambuí ocorrem águas bicarbonatadas cálcicas, magnesianas e sódicas, enquanto no sistema granular predominam as águas bicarbonatadas cálcicas

12.7.1 – Água Subterrânea para o Consumo Humano

Na Tabela 67, são apresentadas as condições de potabilidade das águas para os diversos sistemas aquíferos da bacia do rio Paracatu, no que se refere às principais características físico-químicas, com indicação dos limites máximos recomendados. Alguns parâmetros como metais pesados, componentes orgânicos e conteúdo microbiológico não foram considerados por falta de informações ou por constituírem dados antigos, sem validade para uma análise atual.

As indicações constantes da Tabela 67 mostram que os sistemas aquíferos aluviais, de coberturas detríticas e cretácicas não apresentam restrições ao consumo humano, à exceção dos valores de pH, em alguns locais, para os dois últimos sistemas (águas ácidas, com ocorrência de valores inferiores a 6,5) e ocasionais concentrações mais elevadas de ferro total. Embora não se disponha de dados atuais sobre as condições bacteriológicas das águas subterrâneas, deve-se destacar que os sistemas aluviais e de coberturas detríticas são extremamente vulneráveis à contaminação, devido à sua pequena profundidade e intercomunicação com as águas superficiais, no caso dos aluviões, o que favorece os riscos de poluição e degradação da qualidade das águas, se não forem tomadas medidas de proteção.

No sistema aquífero Bambuí, considerando em conjunto os tipos cársticos, fissurados e cárstico-fissurados, não há também maiores restrições ao consumo humano, salvo algumas áreas que possuem valores elevados de pH (20% das amostras ultrapassam o valor de 8,5), de ferro total e, em casos mais esporádicos, de manganês. No caso do ferro total, cerca de 40 % das amostras ultrapassou o limite recomendado, o que é comum em muitas regiões do estado. No sistema Bambuí carbonático, a dureza das águas pode constituir um fator de objeção, não se descartando a possibilidade de ocorrência, em alguns locais, de águas com dureza excessiva. Nas análises disponíveis, a dureza não ultrapassa 360mg/l de CaCO₃. Vale destacar que os aquíferos cársticos são muito vulneráveis à contaminação, devido às condições de circulação das águas em cavidades de dissolução e condutos cársticos, em que há possibilidade de fluxo turbulento e rápido.

Tabela 67: Potabilidade das águas subterrâneas por aquífero na bacia do rio Paracatu

Parâmetros	Limites ¹	Aluvial QAL	Coberturas Dendríticas -TQC	Cretáceos K	Bambuí PEB
Cor	15uH	-	-	-	-
Turbidez	5UT	restrições locais	restrições locais	restrições locais	restrições locais
pH	6,0-9,5	s/restrições	inferiores a 6,5 em alguns locais	inferiores a 6,5 são comuns	20% amostras maiores que 8,5
STD	1000mg/l	s/restrições	s/restrições	s/restrições	s/restrições
Dureza Total	500mg/l	s/restrições	s/restrições	s/restrições	s/restrições
Cloretos	250mg/l	s/restrições	s/restrições	s/restrições	s/restrições
Sulfatos	250mg/l	s/restrições	s/restrições	s/restrições	s/restrições
Nitratos	10mg/l	Restrições locais -Vulnerável à contaminação orgânica	Restrições locais - Vulnerável à contaminação orgânica	s/restrições	Restrições locais - Sistemas Vulneráveis à contaminação
Fluoretos	1,5mg/l	s/restrições	s/restrições	s/restrições	s/restrições
Ferro Total	0,3mg/l	c/restrições locais	c/restrições locais	c/restrições locais	40% de amostras maiores que os limites recomendados
Manganês	0,1mg/l	s/restrições	s/restrições	s/restrições	s/restrições, salvo raras exceções

¹ - Limites recomendados segundo o Ministério da Saúde - (Portaria nº 518 de 25/03/2004).

12.7.2 – Água Subterrânea para o Consumo Agrícola

De acordo com a classificação das águas subterrâneas para irrigação, segundo o método recomendado pelo “U.S. Salinity Laboratory” (diagrama de Wilcox), a maioria das águas do sistema Bambuí mostra de baixo a médio risco de salinidade e baixo risco de sódio, podendo ser utilizadas na irrigação para a maioria das culturas, desde que tomados os cuidados normais de drenagem dos solos. Em alguns casos, em que ocorrem águas do tipo bicarbonatadas sódicas, ocorrem valores de SAR (adsorção de sódio) mais elevados. As águas dos aquíferos granulares (terciário-quadernários e cretácicos) não apresentam restrições ao uso agrícola, tendo baixa condutividade e baixos valores de SAR (classe C1S1).

A qualidade das águas subterrâneas na bacia do rio Paracatu, de um modo geral, não oferece maiores restrições, seja para consumo humano, seja para uso agrícola ou dessedentação de animais. As únicas restrições quanto à potabilidade são os teores elevados de ferro em algumas áreas ou durezas um pouco elevadas nas águas dos aquíferos carbonáticos. A maior parte das águas analisadas apresentou excelentes condições para uso na irrigação, com baixos riscos de salinidade e de sódio. Algumas águas bicarbonatadas sódicas, identificadas nos sistemas cársticos e fissurados do Bambuí, podem ocasionalmente apresentar valores de SAR um pouco elevados, enquadrados na Classe S2, requerendo maiores cuidados na seleção das culturas e nos problemas de drenagem e lixiviação do solo. Os valores de pH, alcalinidade e dureza podem apresentar também algumas restrições para muitas instalações ou usos industriais mais exigentes e restritivos.

12.7.3 – Vulnerabilidade à contaminação

Do ponto de vista dos riscos e vulnerabilidade à contaminação dos diversos sistemas aquíferos, podem ser feitas as seguintes considerações:

- Aquíferos aluviais (Qal) e de cobertura terciário-quadernário (TQc) - Em geral, são bastante vulneráveis à contaminação de natureza orgânica e microbiológica, devido à sua pequena profundidade e por sua conexão, como nos aluviões, com as águas superficiais. As possibilidades de contaminação podem ser atenuadas ou evitadas com escolha adequada dos locais de captação e estabelecimento de áreas de proteção.
- Aquíferos cársticos CaPεB, cárstico-fissurados (PεB) e fissurados (PεBC) - Em geral, são muito vulneráveis à contaminação, devido à circulação mais rápida em fraturas e condutos cársticos. Selos sanitários no revestimento ou lages de proteção à superfície são necessários.
- Aquíferos de arenitos cretácicos – Têm, em geral, maior capacidade de depuração devido à espessa zona não saturada e seu meio granular, sendo menos vulneráveis à contaminação devido aos níveis d'água mais profundos sobre as chapadas.

13 – DEMANDA HÍDRICA

13.1 – Cenários de desenvolvimento

Para se estabelecer um plano de gerenciamento de recursos hídricos, é necessário conhecer os diversos cenários de desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, de uso destes recursos. Dessa forma, foram elaborados estudos que definiram cenários de uso para a bacia até o ano de 2010. Esse tópico traz uma compilação dos resultados atingidos no estudo “Estimativa das vazões para atividades de uso consultivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN)”, notadamente no documento “Relatório Parcial 1 – Metodologia e Plano de Trabalho” do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), realizado em 2003.

O estudo referenciado anteriormente aponta três cenários de desenvolvimento (citados abaixo na íntegra) para as principais bacias do sistema elétrico nacional, de que faz parte a bacia do rio Paracatu:

Cenário tendencial – O país continuará enfrentando dificuldades, mantendo a política macroeconômica atual, dificultando o crescimento regional; as bacias de interesse não serão objeto de intervenções diferentes daquelas atualmente em desenvolvimento, sem possibilidades, até o horizonte fixado, de mudar fundamentalmente as tendências determinadas. O mercado interno continuará sendo uma restrição para o crescimento da agricultura irrigada. As exportações crescerão segundo o cenário macroeconômico, sem constituir um elemento decisivo. Os comitês e agências de bacia poderão ser constituídos e a cobrança será instituída, mas sem resultados expressivos. Os recursos arrecadados nas bacias serão parcialmente direcionados para ações em cada uma delas. Os conflitos já existentes agravar-se-ão durante o período, sendo necessário definir prioridades e impor restrições à utilização dos recursos naturais, em especial a água. A disponibilidade presumida em alguns casos poderá limitar o crescimento da agricultura irrigada e, quando cotejada a sua demanda com a humana e a da geração de energia, poderá ser necessário redirecionar recursos hídricos em algumas localidades, mas as conseqüências, em razão do horizonte fixado, não serão muito importantes.

Cenário normativo – O país cumprirá suas metas macroeconômicas, propiciando o desenvolvimento regional; não serão desenvolvidos planos, programas e projetos além daqueles em andamento e já previstos; as forças restritivas atualmente enfrentadas na implantação dos programas poderão ser removidas, atingindo-se as metas; aquelas propostas para os programas previstos serão também, alcançadas; nos locais de crescimento da atividade econômica produzir-se-á um crescimento demográfico superior à média; as demandas de infra-estrutura física e social poderão ser parcialmente satisfeitas, constituindo, em alguns locais, obstáculo para o crescimento. Os comitês e agências de bacias estarão em funcionamento, a cobrança estabelecida e os recursos serão quase que totalmente dirigidos para a recuperação e preservação das bacias, regularização e aumento da disponibilidade de recursos hídricos para todos os usos. Em locais específicos, os conflitos existentes agravar-se-ão, pois não será possível aumentar a disponibilidade, sendo necessário o reordenamento da utilização da água; algumas áreas atualmente irrigadas deverão reduzir seu consumo, o que poderá ser conseguido pela modernização dos sistemas; é possível que alguma área, de expressão média, seja alijada por falta de recursos hídricos; o crescimento da economia regional gerará

empregos, incorporando novos consumidores ao mercado, o qual continuará, apenas parcialmente, restritivo para o crescimento da agricultura irrigada; os blocos comerciais regionais terão se firmado, proporcionando o aumento da exportação de produtos originários do agro. O crédito seguirá sendo um obstáculo importante.

Cenário ideal – Considerar-se-á que as condições de contorno permitem ultrapassar as expectativas do cenário otimista. Vale destacar, neste caso, o acirramento dos conflitos pelo uso da água em alguns locais, basicamente em função do crescimento da atividade econômica. Neste aspecto o desempenho do setor agrícola terá papel preponderante”.

Sob estes aspectos o estudo desenvolveu taxas anuais de crescimento econômico até o horizonte de 2010. A Tabela 68 apresenta as taxas por setor econômico até o horizonte de 2015. A partir do ano de 2010 fez-se uma extrapolação a partir do ano 2010.

Tabela 68 – Taxas de crescimento para os usos de água na bacia do rio Paracatu

Uso	Cenário	Ano											
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
URBANO	Tendencial	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
	Normativo	3,00	3,30	3,60	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
	Ideal	3,25	4,00	4,30	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
RURAL	Tendencial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Normativo	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Ideal	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
ANIMAL	Tendencial	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
	Normativo	0,66	0,67	0,73	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
	Ideal	0,72	0,90	0,96	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
IDUSTRIAL	Tendencial	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	Normativo	1,02	1,30	1,60	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
	Ideal	1,02	1,50	2,10	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
IRRIGAÇÃO	Tendencial	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Normativo	2,20	2,70	3,30	3,90	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
	Ideal	3,53	4,62	5,28	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95

Vale salientar que o estudo realizado pelo ONS, tanto do ponto de vista do crescimento da demanda, quanto do ponto de vista das vazões consumidas, foi utilizado na elaboração do Plano Decenal de Recursos Hídricos do Rio São Francisco. Assim, sua aplicação no plano do rio Paracatu possibilita a uniformidade de critérios para a estimativa das demandas futuras de água.

No Plano Decenal de Recursos Hídricos do Rio São Francisco, a taxa de retorno de água de cada tipo de consumo foi quantificada da seguinte forma: 80% da vazão para abastecimento urbano, 50% da vazão para abastecimento rural, 20% da vazão destinada à irrigação, 20% da vazão para uso animal e 80% da vazão para abastecimento industrial.

13.2 – Demanda hídrica

Para a avaliação da demanda hídrica, foram utilizadas duas fontes de dados distintas: uma global, que considera a totalidade da bacia; e outra local, que considera as sub-bacias integrantes do rio Paracatu. As duas formas são:

- Estimativa do consumo de água feita pela ONS em 2003;
- Dados de outorgas dadas pelo IGAM.

A seguir serão descritas, sucintamente, as duas formas de se estabelecer a citada estimativa:

13.2.1 – Estimativa do consumo de água feita pela ONS em 2003

A estimativa realizada pelo ONS abrangeu a evolução histórica das séries no período de 1931 a 2001 e, por meio do estabelecimento de cenários evolutivos setoriais, o comportamento dessas séries até 2010. O estudo foi baseado, principalmente, nos dados de censos demográficos, agropecuários e industriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A estimativa das séries de vazões (retirada, retorno e consumo) para a agricultura irrigada foi baseada na avaliação da demanda real de água pelos cultivos, que ocorre em função do balanço hídrico nas áreas irrigadas, dos aspectos inerentes às espécies cultivadas e das condições de manejo aplicadas. A metodologia adotada consistiu, essencialmente, em quatro etapas:

- cálculo das áreas irrigadas
- cálculo da evapotranspiração
- cálculo da precipitação efetiva
- cálculo das vazões para irrigação

Para a estimativa da vazão de retirada para o abastecimento urbano, foram considerados os seguintes dados demográficos municipais dos censos do IBGE (do período de 1940 a 2000): população total, população urbana e população atendida pelo sistema público de abastecimento de água. Em seguida, procedeu-se à estimativa do consumo [*per capita*], cruzando-se as informações contidas na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB / IBGE, 2000) referentes ao volume distribuído em cada município, com as provenientes dos censos demográficos do IBGE, relativas ao número de domicílios atendidos pelo sistema público de abastecimento de água e ao número de habitantes por domicílio.

Para o abastecimento rural, considerou-se, além da população rural (quantificada pelo censo do IBGE), a população urbana não atendida pelo sistema público de abastecimento de água. No cálculo das vazões, utilizou-se, no caso das populações rural e urbana não atendidas, os coeficientes de retirada rural *per capita*. Considerou-se, portanto, que as duas parcelas têm o mesmo perfil de uso da água. No caso da população rural atendida por rede geral, utilizaram-se os consumos *per capita* da população urbana.

A estimativa da série de vazões destinadas ao abastecimento dos rebanhos foi feita a partir do número de cabeças, disponível nos censos agropecuários do IBGE. Para os anos entre os censos, realizou-se a interpolação linear. Para o período anterior a 1940 e

posterior a 1996, realizaram-se extrapolações. O rebanho de cada município, no mês em que se desejava calcular a estimativa, foi multiplicado pelos respectivos coeficientes *per capita* de consumo de água de cada espécie animal.

A metodologia adotada para estimativa das séries de vazões relacionadas ao abastecimento industrial foi desenvolvida com base no valor monetário da produção ao longo do período de estudo (1931-2001), obtido nos censos industriais (1940, 1950, 1970, 1980, 1985) e nas Pesquisas Industriais Anuais (1990, 1995 e 2001), na quantidade produzida por tipo de indústria, no ano de 2001, e na relação entre essa quantidade e o volume de água necessário à produção de cada unidade – função do processo industrial adotado.

O resultado gerado pelo ONS para a vazão retirada em 2004 é:

Tabela 69 – Vazão retirada da bacia do rio Paracatu em 2004 segundo a ONS

Uso	Vazão retirada (m³/s)
Urbano	0,518
Rural	0,007
Irrigação	7,976
Animal	0,642
Industrial	0,090

Aplicando-se as taxas de crescimento do consumo da Tabela 68 e considerando-se o cenário mais crítico do ponto de vista do consumo (cenário ideal) tem-se a seguinte estimativa do consumo futuro de água:

Tabela 70 – Evolução da vazão retirada segundo o ONS em (m³/s)

Uso	Ano											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Urbano	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,80	0,84
Rural	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Irrigação	7,98	8,34	8,79	9,31	9,86	10,45	11,07	11,73	12,43	13,17	13,95	14,78
Animal	0,64	0,65	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71	0,72
Industrial	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
TOTAL	9,23	9,63	10,10	10,66	11,25	11,87	12,53	13,23	13,97	14,75	15,58	16,45

Aplicando-se as taxas de retorno para cada tipo de consumo tem-se a demanda estimada para a bacia.

Uso	Ano											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Urbano	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17
Rural	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Irrigação	6,38	6,68	7,03	7,45	7,89	8,36	8,86	9,38	9,94	10,53	11,16	11,82
Animal	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57
Industrial	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
TOTAL	7,02	7,32	7,69	8,11	8,57	9,05	9,56	10,10	10,67	11,27	11,91	12,59

13.2.2 – Dados de outorgas fornecidos pelo IGAM

Como será visto adiante, os dados de outorga mostram valores bastante superiores aos apresentados pela Tabela 69. No entanto, a emissão de outorgas se dá a partir do estabelecimento de vazões máximas de captação, sem considerar sua variabilidade temporal. Desta forma, o Plano Decenal de Recursos Hídricos do Rio São Francisco propôs a seguinte forma de ponderação das vazões outorgadas:

$$Q_{con} = Q_{out} \cdot \left(\frac{F_{hd}}{24} \right) \cdot \left(\frac{F_{dm}}{30,4} \right) \quad \text{eq. 60}$$

onde:

Q_{con} é a vazão consumida ou retirada

F_{hd} é o número médio de horas de captação por dia

F_{dm} é o número médio de dias de captação por mês

Para a irrigação, seguindo os valores adotados no plano do rio São Francisco, adotou-se F_{hd} igual a 15,3 horas/dia e F_{dm} igual a 25,8 dias/mês. Para os demais usos, foi considerado que a captação ocorre 24 horas/dias durante todos os dias do ano.

A vazão outorgada por uso é dada a seguir. Nota-se que a classificação dos usos utilizada pelo IGAM é diferente da classificação da ONS. A diferença se dá basicamente no “uso rural”, que, no caso do IGAM, foi incluído em “consumo humano”. Pelo fato desse uso ser de pouca expressão, não há prejuízos na análise dos dados.

Tabela 71 – Vazões outorgadas e consumidas segundo os dados do IGAM

Uso	Vazão retirada (m ³ /s)	Vazão consumida (m ³ /s)
Urbano	0,366	0,366
Irrigação	76,683	41,488
Animal	0,052	0,052
Industrial	2,275	2,275

Em relação a dezembro de 2004

Aplicando-se as taxas de crescimento e as taxas de retorno tem-se:

Tabela 72 – Evolução da vazão retirada (m³/s)

Uso	Ano											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Urbano	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59
Irrigação	41,49	43,40	45,70	48,42	51,30	54,35	57,58	61,01	64,64	68,48	72,56	76,88
Animal	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Industrial	2,27	2,31	2,36	2,41	2,47	2,53	2,60	2,66	2,72	2,79	2,86	2,93
TOTAL	44,18	46,15	48,50	51,30	54,26	57,39	60,71	64,22	67,93	71,87	76,04	80,45

Tabela 73 – Evolução da demanda (m³/s)

Uso	Ano											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Urbano	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
Irrigação	33,19	34,72	36,56	38,73	41,04	43,48	46,07	48,81	51,71	54,79	58,05	61,50
Animal	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
Industrial	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56	0,57	0,59
TOTAL	33,76	35,30	37,15	39,34	41,66	44,12	46,72	49,48	52,40	55,50	58,78	62,25

Mesmo com a ponderação feita através da equação 60, nota-se uma grande diferença entre os valores do IGAM e os do ONS. Isso se deve, basicamente, aos seguintes fatos: no caso da outorga, é necessário considerar a sazonalidade mensal do uso (algumas culturas são irrigadas durante poucos meses no ano) e, por outro lado, há pouca precisão nesses dados (cadastros incorretos, solicitações acima do real consumo, entre outras). Além disso, não foi considerada a regularização de vazões proporcionada pelos diversos barramentos da bacia.

Do ponto de vista do plano de bacia, as duas formas de estimativa da demanda podem ser utilizadas. Na ausência de um cadastro de usuários, utilizou-se o estudo do ONS para estimar o volume total de água demandado pela bacia, enquanto a análise dos dados de outorga, apesar de não fornecer uma boa estimativa da demanda, pode ser utilizada para se estimar a distribuição espacial da demanda de água, como será visto, à frente, no item “levantamento das outorgas”.

13.3 – Comparativo entre a demanda e a disponibilidade

Os gráficos a seguir mostram um comparativo entre as demandas estimadas e as vazões disponíveis segundo vários critérios. Nota-se que, ao considerar os dados de outorga, a condição da bacia torna-se bastante crítica, ultrapassando fortemente o limite legal de disponibilidade hídrica em Minas Gerais (30% Q_{7,10}).

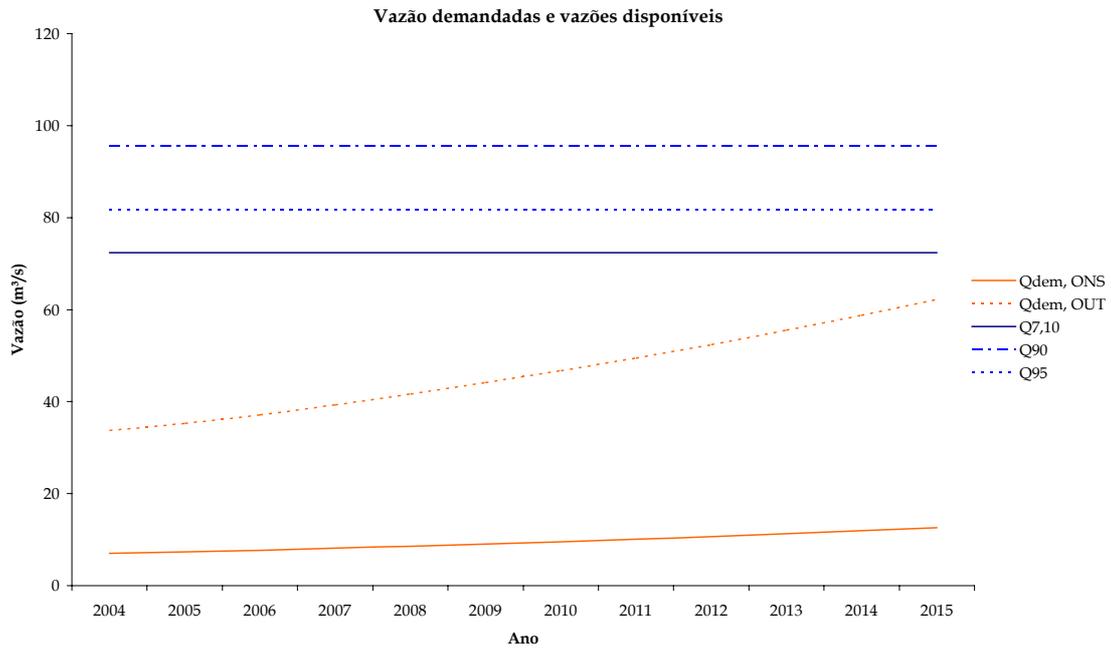


Figura 54 – Vazões demandadas e disponíveis

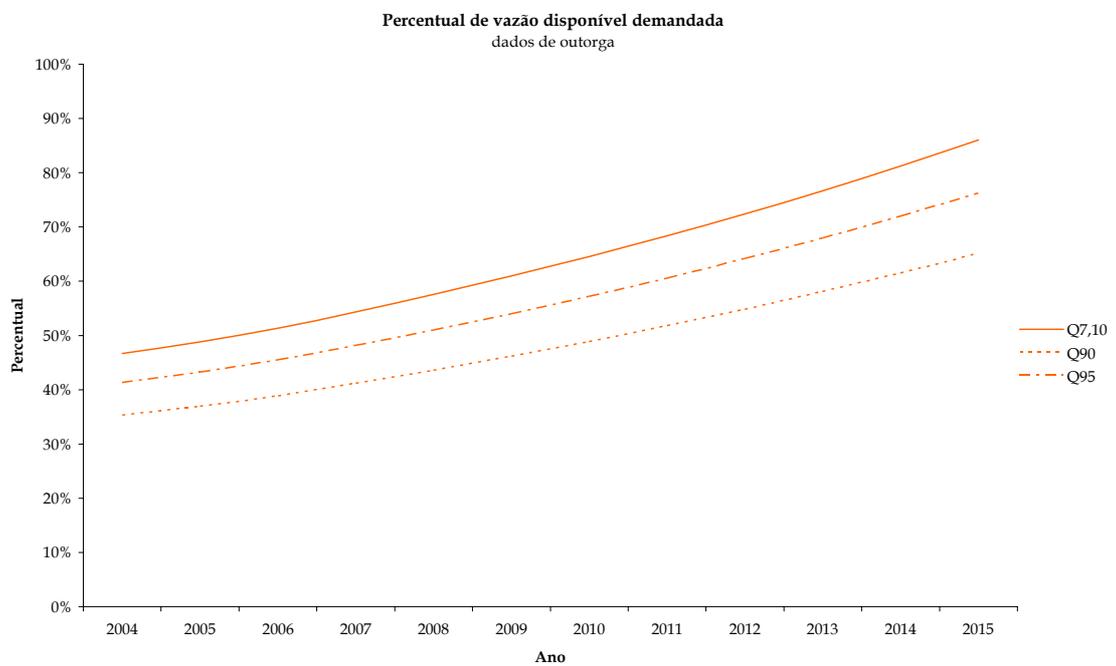


Figura 55 – Percentual de vazão disponível demandada pelos dados de outorgas

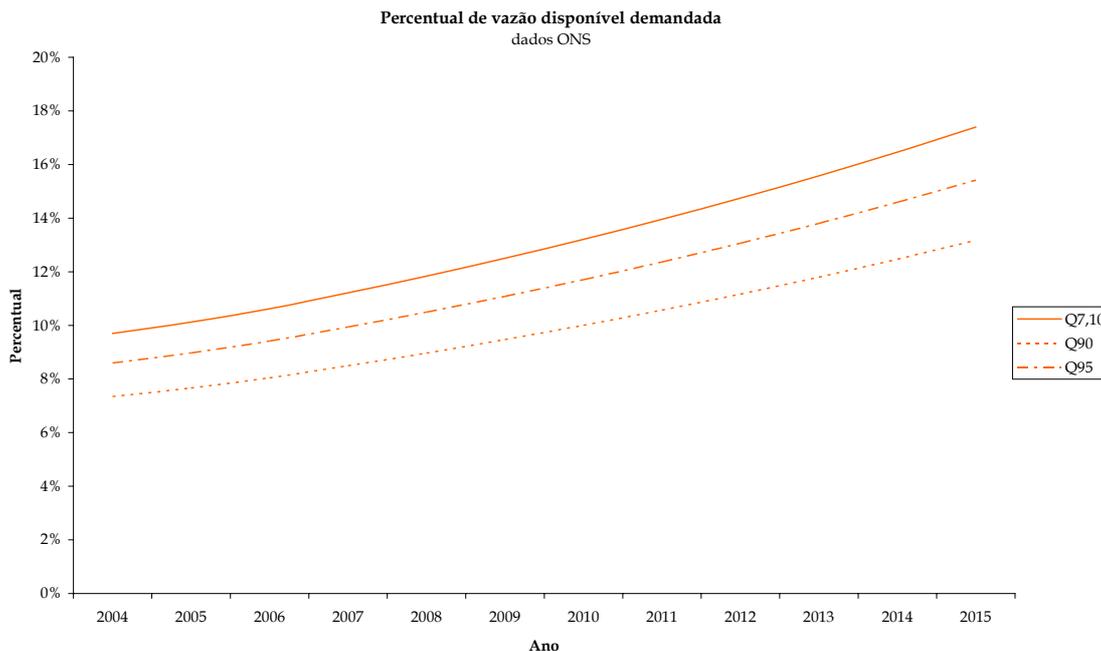


Figura 56 – Percentual de vazão disponível demandada pelos dados do ONS

14 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

14.1 – Águas Subterrâneas

A água subterrânea é a componente do ciclo hidrológico que infiltra nos solos, formando os aquíferos. Devido à boa qualidade, em geral, destas águas, elas são um componente de importância para o abastecimento público. Nos municípios de Lagoa Grande, Natalândia e Vazante, o manancial subterrâneo é praticamente a única fonte de abastecimento, e em Guarda-Mor, Lagamar, Paracatu e Santa Fé de Minas, as águas subterrâneas fazem parte do sistema de abastecimento juntamente com os mananciais superficiais. Em termos de volume utilizado, as águas subterrâneas fornecem cerca de 30% da água consumida para abastecimento humano na bacia atualmente, através de poços ou nascentes.

Além disso, as reservas subterrâneas têm natureza transitória, sendo parte integrante do processo global de circulação hídrica. A exploração destas reservas, em qualquer proporção, afeta os demais corpos armazenadores de água, entre eles, os corpos de água superficiais, e vice-versa. Evidentemente, dentro de certos limites, estes efeitos podem ser considerados como toleráveis ou insignificantes. Contudo, a superexploração ou modificação da qualidade destas águas podem comprometer o equilíbrio geral do sistema, causando prejuízos econômicos, ambientais e sociais. O conhecimento da hidrogeologia é, portanto, um elemento essencial para a gestão integrada dos recursos hídricos.

O estudo hidrogeológico tem como objetivo determinar o potencial e as disponibilidades hídricas subterrâneas, caracterizar a qualidade das águas e sua

adequação frente às diversas utilizações e apresentar um quadro relativo ao uso atual destes recursos, bem como das possibilidades de aproveitamento deles.

A análise das condicionantes hidrogeológicas da Bacia do Rio Paracatu utilizou, como base principal, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu (SEAPA, RURALMINAS, SEMAD; 1996), Tomo III – Hidrogeologia, que por sua vez, foi feito com base nos seguintes documentos:

- 2º Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro - Planoroeste II - Recursos Naturais, CETEC, 1981.
- Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais. CETEC-IGA, 1983 (Desenhos Geológico, Geomorfológico e Hidrogeológico, Escala 1:1.000.000)
- Deflúvios Superficiais do Estado de Minas Gerais. COPASA MG-Hidrosistemas, 1993.
- Disponibilidades Hídricas Subterrâneas do Estado de Minas Gerais. COPASA MG-Hidrosistemas, 1995.
- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folhas Brasília e Belo Horizonte. DNPM, 1976, 1978.
- Banco de Dados Hidrogeológicos da COPASA MG.
- Cadastro de poços tubulares, poços manuais e fontes efetuado pelo CETEC.

14.2 – Disponibilidades Hídricas Subterrâneas

A determinação da disponibilidade hídrica subterrânea depende das propriedades hidráulicas do aquífero, que definem a capacidade de produção dos poços, e da definição das reservas exploráveis, que correspondem ao volume anual passível de ser explorado sem causar efeitos indesejáveis, tais como diminuição da vazão de rios, abandono de poços, dentre outros.

Os parâmetros hidráulicos, tais como a vazão máxima explorável, são parâmetros operacionais que apontam a capacidade de extração de água dos poços profundos, e não uma quantidade efetivamente disponível para uma exploração contínua e sustentável. Por isso, o reconhecimento das potencialidades de produção dos aquíferos não pode ser obtido apenas através das indicações destes parâmetros. Parte do volume de água deve ser mantido para a alimentação dos cursos d'água, surgindo, assim, os conceitos de reservas reguladoras e reservas exploráveis.

As reservas exploráveis correspondem à quantidade máxima de água que poderia ser explorada de um aquífero, sem riscos de prejuízo ao manancial. Como efeitos indesejáveis, poder-se-ia considerar (Young, 1970 e Wisscher, 1968, in Feitosa & Manoel Filho, 2000):

- Sob o ponto de vista hidrológico: que se exceda a recarga média anual;
- Sob o ponto de vista econômico: que os níveis piezométricos desçam abaixo da profundidade econômica de bombeamento;

- Sob o ponto de vista de qualidade: que se permita a entrada de águas de qualidade indesejável;
- Sob o ponto de vista legal: que se afete direitos de outros usuários em decorrência do esgotamento ou redução sensível da descarga de base dos rios ou de poços pré-existent;
- Sob o ponto de vista agrícola: que nos aquíferos freáticos com nível pouco profundo, este não desça o suficiente para danificar a vegetação natural, paisagem e cultivos típicos da região, e;
- Sob o ponto de vista geotécnico: que não se produza uma subsidência do terreno com efeitos adversos.

Este conceito de reservas exploráveis é relativamente controverso, uma vez que há inúmeros fatores que atuam para acarretar ou minimizar os efeitos indesejáveis.

Alguns autores consideram que os valores entendidos e adotados como reservas exploráveis não poderiam nunca exceder os valores efetivos das reservas renováveis ou reguladoras (quantidade de água livre, armazenada no aquífero, que é renovada a cada período anual, correspondendo à recarga do aquífero). Outros consideram que as reservas exploráveis seriam constituídas pelas reservas reguladoras e uma parcela das reservas permanentes. Nesse caso, haveria uma redução contínua das reservas permanentes, podendo chegar à depleção das mesmas. Em alguns casos, pode-se admitir a exploração das reservas permanentes até mesmo quando chegam à depleção. Em outros, pode haver necessidade de preservação total dos recursos hídricos.

Na verdade, a determinação das reservas exploráveis de um aquífero deve levar em consideração a sua realidade única, dentro de um contexto não apenas físico, mas também sócio-econômico. A gestão dos recursos hídricos deve satisfazer a um conjunto de objetivos associados aos diversos usos da água, envolvendo uma análise dos custos e benefícios, presentes e futuros, da utilização destes recursos. A determinação da capacidade máxima de exploração abrange um conjunto de variáveis locais, que devem ser avaliadas caso a caso.

Em termos médios de longo período e em condições não influenciadas, admite-se que as entradas de água nos sistemas se igualem às descargas ou saídas, que em geral são responsáveis pelo fluxo de base dos cursos d'água. Teoricamente, uma exploração cujo volume se iguale à recarga total do sistema acabaria por influenciar o regime de vazões mínimas do escoamento superficial. Por este motivo, neste estudo admite-se que os recursos exploráveis representam apenas uma parcela das reservas reguladoras, a fim de garantir a manutenção de uma vazão mínima dos cursos d'água (Pinto & Martins Neto, 2001, citado por Ramos & Paixão). Neste trabalho, admitiu-se que a disponibilidade explorável na Bacia é de 20% das reservas renováveis, desconsiderando a contribuição das reservas permanentes, que é a taxa adotada pelo Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PBHSF 2004-2013).

Existem vários métodos para quantificar as reservas renováveis. Neste estudo, foram adotados os valores calculados no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu (SEAPA, RURALMINAS, SEMAD; 1996), Tomo III – Hidrogeologia, Capítulo 5. O método utilizado foi o método de separação dos escoamentos superficial e subterrâneo a partir dos hidrogramas do período de 1939/40 a 1988/89 gerados para 17 estações fluviométricas localizadas ao longo da bacia do rio Paracatu. Além disto, também se utilizou a “capacidade de armazenamento Vo” da bacia (Castany,

1971,1975), calculada a partir das curvas de esgotamento, que representam o volume total de água escoada no período de recessão, a fim de se obter uma estimativa mais conservadora das reservas renováveis.

Utilizando este procedimento, foram calculados os valores das reservas reguladoras para as diversas sub-bacias e trechos interestações considerados. A Tabela 74 apresenta um resumo destes valores, bem como a quantificação das reservas exploráveis. As reservas renováveis para toda a bacia do rio Paracatu são da ordem de 5.764 Hm³ a 8.022. Hm³, determinadas a partir da capacidade de armazenamento e do escoamento subterrâneo. Os recursos exploráveis, correspondentes a 20% das reservas renováveis, estariam compreendidos entre 1.604 Hm³ a 1.153 Hm³, respectivamente ou em média 1.378 ± 226 Hm³.

Através da Tabela 74, verifica-se que o escoamento de base representa em média 55 % do deflúvio total da bacia, representando uma importante parcela de contribuição para as vazões hídricas superficiais.

Verifica-se também que as descargas subterrâneas específicas variam entre 0,2 e 23,8 l/s/km², sendo que a descarga subterrânea específica média para o ano hidrológico da bacia do rio Paracatu, considerada a montante da estação de Porto Alegre, é da ordem de 6,0 l/s/km². De um modo geral, as descargas subterrâneas específicas, tal como o escoamento subterrâneo, são decrescentes de montante para jusante. Os maiores valores são encontrados nos trechos do alto curso, próximos às cabeceiras, sendo influenciados pela presença das coberturas cretácicas ou terciárias e pelo maior índice pluviométrico nestas áreas.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Tabela 74 – Distribuição dos volumes anuais renováveis e descargas subterrâneas específicas por sub-bacia e trecho interestações

Sub-bacias													
Código da Estação (ANA)	Sub-bacia/Rio	Local das estações	Área de drenagem (km ²)	Deflúvio total (Hm ³ /ano)	Deflúvio superficial (Hm ³ /ano)	Deflúvio subterrâneo (Hm ³ /ano)	Capacidade de armazenamento (Hm ³)	% do deflúvio subterrâneo relativo ao deflúvio total	Descarga subterrânea específica (litro/seg/km ²)	Reserva explorável - 20% deflúvio subterrâneo (Hm ³ /ano)	Reserva explorável - 20% capacidade de armazenamento (Hm ³ /ano)	Reserva explorável média (Hm ³ /ano)	
42250000	Claro	Faz. Limeiro	501	254,5	99,3	155,2	107,7	61	9,8	31,04	21,54	26,29	
42251000	Escuro	Faz. Córrego do Ouro	685	781,7	267,3	514,4	395,4	66	23,8	102,88	79,08	90,98	
42255000	Santa Isabel	Faz. Nolasco	249	106,0	38,2	67,8	49,5	64	8,6	13,56	9,9	11,73	
42290000	Paracatu	Ponte BR-040	8.250	3.242,6	1.580,6	1.662,0	1.134,0	51	6,4	332,4	226,8	279,6	
42265000	Rio da Prata	Ponte BR-040	3.122	1.400,0	580,4	819,6	599,2	58	8,3	163,92	119,84	141,88	
42395000	Paracatu	Santa Rosa	13.250	5.043,5	2.176,8	2.866,7	2.040,0	57	6,8	573,34	408	490,67	
42435000	Barra da Água	Faz. Barra da Água	1.560	443,0	188,6	254,4	179,0	57	5,2	50,88	35,8	43,34	
42440000	São Pedro	Faz. Poções	463	228,6	94,9	133,7	100,5	74	9,1	26,74	20,1	23,42	
42460000	Preto	Faz. Limeira	3.940	1.806,3	471,2	1.335,1	1.038,3	74	10,7	267,02	207,66	237,34	
42540000	Preto	Faz. Santo Antônio Boqueirão	6.150	2.681,7	921,0	1.760,7	1.345,6	66	9,1	352,14	269,12	310,63	
42600000	Preto	Porto dos Poções	10.100	3.583,4	1.343,9	2.239,5	1.661,5	62	7	447,9	332,3	390,1	
42645000	Verde	Faz. Rio Verde	983	163,2	74,6	88,6	63,4	54	2,8	17,72	12,68	15,2	
42690001	Paracatu	Porto da Extrema	30.140	10.873,4	4.520,4	6.353,0	4.350,2	58	6,7	1270,6	870,04	1070,32	
42750000	Paracatu	Caatinga	33.525	10.769,7	4.390,70	6.379,0	4.350,3	59	6	1275,8	870,06	1072,93	
42840000	Santo Antônio	Veredas	197	124,3	49,4	74,9	63,0	60	12	14,98	12,6	13,79	
42860000	Rio do Sono	Cach. do Paredão	5.720	2.012,4	980,8	1.031,6	657,0	51	5,7	206,32	131,4	168,86	
42980000	Paracatu	Porto Alegre	42.367	14.634,4	6.612,2	8.022,2	5.764,1	55	6	1604,44	1152,82	1378,63	
Trechos inter-estações (entre a estação de referência a jusante e a(s) estações (ões) a montante)													
Código da Estação (ANA)	Sub-bacia/Rio	Estação de referência (a jusante)	Estações a montante	Área de drenagem (km ²)	Deflúvio total (Hm ³ /ano)	Deflúvio superficial (Hm ³ /ano)	Deflúvio subterrâneo (Hm ³ /ano)	Capacidade de armazenamento (Hm ³)	% do deflúvio subterrâneo relativo ao deflúvio total	Descarga subterrânea específica (litro/seg/km ²)	Reserva explorável - 20% deflúvio subterrâneo (Hm ³ /ano)	Reserva explorável média (Hm ³ /ano)	
42290000	Paracatu	Ponte BR-040	Faz. Limeiro, Faz. Córrego do Ouro e Faz. Nolasco	6.815	2100,4	1175,8	924,6	581,4	44	4,3	184,92	116,28	150,6
42395000	Paracatu	Santa Rosa	Ponte BR-040 no Paracatu e Ponte BR-040 no da Prata	1.868	400,9	15,8	385,1	306,8	66	6,5	77,02	61,36	69,19
42540000	Preto	Faz. Santo Antônio Boqueirão	Faz. Limeira	2.210	875,4	449,8	425,6	307,3	49	6,1	85,12	61,46	73,29
42600000	Preto	Porto dos Poções	Faz. Santo Antônio Boqueirão	3.950	901,7	422,9	478,8	315,9	53	3,8	95,76	63,18	79,47
42690001	Paracatu	Porto da Extrema	Santa Rosa, Faz. Barra da Água, Faz. Poções, Porto dos Poções e Faz. Rio Verde	3.784	1411,7	641,6	770,1	305,8	55	6,5	154,02	61,16	107,59
42750000	Paracatu	Caatinga	Porto da Extrema	3.385	-103,7	-129,7	26	0,1	-	0,2	5,2	0,02	2,61
42860000	Rio do Sono	Cach. do Paredão	Veredas	5.523	1888,1	931,4	956,7	594	51	5,5	191,34	118,8	155,07
42980000	Paracatu	Porto Alegre	Caatinga e Cach. do Paredão	3.122	1852,3	1240,7	611,6	756,8	33	6,2	122,32	151,36	136,84

14.3 – Demanda hídrica subterrânea

As águas subterrâneas na bacia do rio Paracatu são utilizadas através de poços tubulares, poços rasos escavados e também através do aproveitamento e captação de fontes e nascentes. A maior parte das fontes são procedentes dos aquíferos cretácicos. Poços rasos escavados são utilizados para abastecimento, na zona rural, de pequenas comunidades e fazendas, nos sistemas aluviais e nas coberturas terciário-quadernárias. Nos demais sistemas, o aproveitamento é feito através de poços tubulares.

Doze dos dezesseis municípios mineiros da bacia possuem serviços de abastecimento de água explorados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Os demais municípios, além de alguns distritos e comunidades, possuem serviços mantidos pelas prefeituras municipais. Em Lagoa Grande, Natalândia e Vazante, o sistema público é todo captado através de mananciais subterrâneos. Nas cidades de Bonfinópolis de Minas, Brasilândia de Minas, Buritizeiro, João Pinheiro, Patos de Minas e Presidente Olegário, o sistema de abastecimento público é praticamente todo superficial e, nos demais municípios mineiros da bacia, o sistema é misto.

A Tabela 75 apresenta uma estimativa do consumo de água subterrânea para abastecimento humano e uso doméstico em todos os municípios mineiros da bacia. Foi realizada uma pesquisa junto às concessionárias dos serviços de abastecimento de água, de onde foram obtidos dados de consumo per capita e a porcentagem de captação, que é realizada através de água subterrânea. Os dados de população e forma de abastecimento de água nas zonas urbana e rural foram extraídos do censo 2000. A partir da junção destas informações, foram quantificados os volumes anuais de água subterrânea consumidos na bacia para cada município, para abastecimento humano e uso doméstico, resultando em um total de 7,8 Hm³/ano. A parcela de contribuição das águas subterrâneas no volume total consumido para abastecimento humano nestes municípios é, em média, de 30%.

Tabela 75 - Consumo de água subterrânea para abastecimento humano e uso doméstico nos municípios mineiros da bacia

Municípios	Operação do sistema de água	Forma de abastecimento de água (%) ¹						Consumo de água (lhab.dia) ²	% captação subterrânea na rede geral	Consumo urbano subterrâneo - rede (m3/ano)	Consumo urbano subterrâneo - particular (m3/ano)	Consumo urbano subterrâneo total (m3/ano)	Consumo rural subterrâneo (m3/ano)	Consumo subterrâneo total (m3/ano)	Consumo de água total (m3/ano)	% Uso de água subterrânea em relação ao total	
		Urbana			Rural												
		População	Rede geral	Poço ou nascente	Outra forma	População	Rede geral										Poço ou nascente	Outra forma
Bonfínópolis de Minas	COPASA	4.202	99,2	0,2	0,6	2.241	9,0	83,8	7,2	131,0	0,0	380,9	89828,1	90209,0	308072,0	29,3	
Brasília de Minas	COPASA	9.212	97,9	1,0	1,1	2.261	15,3	82,3	2,5	161,0	0,0	5293,1	109324,4	114617,6	674210,8	17,0	
Buritizinho	COPASA	21.804	97,3	0,6	2,2	4.100	4,1	48,7	47,2	170,0	0,0	7851,8	123858,3	131710,1	1607343,2	8,2	
Cabeceira Grande	SANECAB	4.579	93,4	6,1	0,5	1.341	6,5	69,0	24,6	134448,5	134448,5	152126,9	58176,4	210303,2	372305,8	56,5	
Dom Bosco	Prefeitura	2.019	96,8	0,7	2,4	2.036	26,7	69,9	3,4	274,2	18,0	1510,8	142485,1	179212,3	405836,6	44,2	
Guarda-Mor	COPASA	3.513	99,7	0,3	0,0	3.143	8,7	87,4	3,9	170,0	0,0	696,4	86293,6	170477,9	256771,5	413004,8	62,2
João Pinheiro	COPASA	32.424	98,0	0,3	1,8	8.944	14,3	72,3	13,5	170,0	0,0	5740,8	400980,4	406721,2	2566884,4	15,8	
Lagamar	COPASA	4.811	99,6	0,2	0,1	2.899	17,9	68,5	13,6	130,0	0,0	97975,4	94188,0	192163,4	365839,5	52,5	
Lagoa Grande	COPASA	5.480	98,3	1,3	0,4	2.130	4,9	86,2	8,8	136,0	100,0	3605,4	91192,3	362137,9	377760,4	95,9	
Natalândia	Prefeitura	2.360	97,8	1,1	1,1	933	4,6	91,3	4,1	148,0	100,0	3075,8	276825,8	322833,8	324150,7	99,6	
Paracatu	COPASA	63.014	94,4	4,8	0,7	12.202	12,6	80,4	7,0	160,0	21,2	17727,2	913491,3	573190,6	1486681,9	4392614,4	33,8
Patos de Minas	COPASA	111.333	99,4	0,4	0,1	12.723	9,0	84,3	6,7	166,6	0,0	29556,0	651962,2	681518,3	7543721,3	9,0	
Presidente Olegário	COPASA	11.099	96,1	1,2	2,7	6.682	15,5	73,9	10,5	151,0	0,0	7305,3	272239,1	279544,4	979999,8	28,5	
Santa Fé de Minas	COPASA	1.967	96,5	0,2	3,3	2.225	7,8	52,0	40,2	148,0	37,7	38886,1	62547,8	101434,0	226451,8	44,8	
Unai	SAAE	55.549	98,6	1,1	0,3	14.484	3,8	81,8	14,4	181,0	28,0	41292,9	782582,9	1836666,4	4626730,1	17,8	
Vazante	COPASA	14.928	98,8	1,0	0,2	4.000	23,2	62,9	13,9	185,0	100,0	10155,1	169958,5	1176037,4	1278113,2	92,0	
TOTAL		348.294	97,5	1,4	1,2	5146,5	11,6	74,0	14,3	165,9	33,6	312137,8	3839000,0	7828562,2	26463039,0	29,6	

1 - Dados do IBGE CENSO 2000

2 - Dados fornecidos pelas empresas concessionárias do abastecimento de água

Com relação aos demais usos, não foi possível realizar uma quantificação com base em dados reais, pois não foi realizado levantamento de campo, o que demandaria um tempo relativamente grande, uma vez que muitos poços localizam-se na zona rural e destinam-se ao abastecimento de fazendas e pequenas localidades.

Contudo, no estudo “Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN) do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)”, realizado em 2003, foram definidos cenários de uso de água e calculadas as vazões retiradas da bacia do rio Paracatu. A Tabela 76 apresenta estas vazões para o ano de 2004, considerando as taxas de crescimento do consumo mais críticas do ponto de vista do consumo (cenário ideal).

Tabela 76 – Vazão retirada da bacia do rio Paracatu em 2004 segundo a ONS

Uso	Vazão retirada (m ³ /s)
Urbano	0,518
Rural	0,007
Irrigação	7,976
Animal	0,642
Industrial	0,090

Vale salientar que o estudo realizado pelo ONS, tanto do ponto de vista do crescimento da demanda, quanto do ponto de vista das vazões consumidas, foi utilizado na elaboração do Plano Decenal de Recursos Hídricos do Rio São Francisco. Assim, sua aplicação no plano do rio Paracatu possibilita a uniformidade de critérios para a estimativa das demandas futuras de água.

Admitindo-se que as vazões de consumo para os usos urbano e rural foram melhor quantificadas através dos dados fornecidos pelas concessionárias, foram considerados os valores de consumo apenas para irrigação, animal e industrial da ONS. Considerando que apenas uma parcela das vazões totais é proveniente de aquíferos, foram admitidas as parcelas de 20%, 20% e 50% do volume total para os usos para irrigação, animal e industrial, respectivamente, como uso subterrâneo. Além disso, as vazões totais destes usos foram distribuídas na bacia na mesma proporção da sua população por município. Ressalta-se que esta estimativa é arbitrária, feita com base em julgamento profissional, e deverá ser melhorada através do cadastramento de usuários da bacia.

Deste modo, foram calculados os volumes de água subterrânea consumidos por município através da soma dos usos para abastecimento humano (urbano e rural), irrigação, animal e industrial. Utilizando-se ainda as taxas de crescimento do consumo apresentadas na Tabela 77 e considerando-se o cenário mais crítico do ponto de vista do consumo (cenário ideal) foi obtida a estimativa do consumo de água subterrânea por município para o ano de 2004 (Tabela 78) e para o período de 2005 a 2015 (Tabela 79).

Tabela 77 – Taxas de crescimento para os usos de água na bacia

Uso	Cenário	Ano											
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
URBANO	Tendencial	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
	Normativo	3,00	3,30	3,60	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
	Ideal	3,25	4,00	4,30	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
RURAL	Tendencial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Normativo	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Ideal	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
ANIMAL	Tendencial	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
	Normativo	0,66	0,67	0,73	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
	Ideal	0,72	0,90	0,96	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
INDUSTRIAL	Tendencial	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	Normativo	1,02	1,30	1,60	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
	Ideal	1,02	1,5	2,10	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
IRRIGAÇÃO	Tendencial	2,53	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Normativo	2,20	2,70	3,30	3,90	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
	Ideal	3,53	4,62	5,28	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95

Tabela 78 - Estimativa do consumo de água subterrânea por município para o ano de 2004

Município	População	% População da bacia	2004						Consumo total água subterrânea (m3/ano)
			Consumo urbano subterrâneo (m3/ano)	Consumo rural subterrâneo (m3/ano)	Consumo irrigação (m3/ano)	Consumo animal (m3/ano)	Consumo industrial (m3/ano)		
Bonfinópolis de Minas	4202	0,01	432,87	89864,02	325991,79	26239,56	9196,11	451724,34	
Brasilândia de Minas	9212	0,03	6015,52	109368,18	714668,34	57524,71	20160,53	907737,27	
Buritizero	21804	0,06	8923,33	123907,88	1691557,58	136155,96	47718,21	2008262,95	
Cabeceira Grande	4579	0,01	172888,51	58199,65	355239,50	28593,75	10021,17	624942,59	
Dom Bosco	2019	0,01	41739,58	142542,08	156634,32	12607,73	4418,60	357942,31	
Guarda-Mor	3513	0,01	98070,64	170546,10	272539,06	21937,07	7688,23	570781,11	
João Pinheiro	32424	0,09	6524,27	401140,85	2515458,76	202472,98	70960,16	3196557,03	
Lagamar	4811	0,01	111346,67	94225,70	373238,10	30042,48	10528,91	619381,86	
Lagoa Grande	5480	0,02	307923,13	91228,77	425139,22	34220,08	11993,02	870504,22	
Natalândia	2360	0,01	314605,91	46026,35	183089,15	14737,12	5164,88	563623,40	
Paracatu	63014	0,17	1038160,84	573419,93	4888635,53	393493,48	137906,59	7031616,37	
Patos de Minas	124056	0,34	33589,74	652223,04	9624283,01	774672,73	271497,45	11356265,97	
Presidente Olegário	11099	0,03	8302,28	272347,98	861062,08	69308,16	24290,24	1235310,73	
Santa Fé de Minas	1967	0,01	44193,17	62572,84	152600,15	12283,01	4304,79	275953,97	
Unai	55549	0,15	1197940,49	782895,98	4309499,72	346877,99	121569,39	6758783,57	
Vazante	14928	0,04	1143384,45	170026,48	1158116,47	93218,50	32670,04	2597415,94	
TOTAL	361017	1,00	4534041,39	3840535,84	28007752,78	2254385,32	790088,31	39426803,63	

Tabela 79 - Estimativa do consumo futuro de água subterrânea por município para o período de 2005 a 2015

Município	Consumo total água subterrânea (m ³ /ano)										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bonfinópolis de Minas	556350,32	579212,04	606301,91	634975,03	665325,17	697451,66	731459,77	767460,99	805573,46	845922,30	888640,12
Brasília de Minas	1137292,83	1187621,37	1247231,22	1310323,12	1377103,15	1447789,63	1522613,83	1601820,78	1685670,04	1774436,59	1868411,74
Buritizeiro	2551361,33	2670219,92	2811011,30	2960032,70	3117771,37	3284743,50	3461495,93	3648608,00	3846693,44	4056402,47	4278423,91
Cabeceira Grande	745844,25	778459,64	816384,15	856412,67	898664,43	943265,50	990349,18	1040056,43	1092536,29	1147946,37	1206453,35
Dom Bosco	409894,71	422756,60	437829,97	453755,30	470581,75	488361,35	507149,15	527003,41	547985,79	570161,52	593599,67
Guarda-Mor	662179,04	685680,76	713126,75	742111,02	772721,61	805051,68	839199,76	875270,10	913372,96	953625,02	996149,68
João Pinheiro	4003954,04	4180446,42	4389548,42	4610874,20	4845147,68	5093135,77	5355650,93	5633553,91	5927756,59	6239225,04	6568982,73
Lagamar	743603,70	774734,31	811158,65	849639,19	890294,25	933249,01	978635,95	1026595,24	1077275,18	1130832,71	1187433,91
Lagoa Grande	1019240,39	1062795,17	1113119,30	1166183,33	1222139,94	1281150,44	1343385,25	1409024,47	1478258,37	1551288,03	1628325,92
Natalândia	634958,88	661856,28	692414,44	724552,31	758353,65	793906,73	831304,58	870645,29	912032,26	955574,49	1001386,93
Paracatu	8641719,59	9030539,67	9486910,55	9969290,10	10479186,55	11018196,28	11588008,95	12190413,05	12827301,63	13500678,50	14212664,70
Patos de Minas	11813426,39	12359988,99	13007444,18	13692750,10	14418147,90	15186011,85	15998857,24	16859348,78	17770309,49	18734730,10	19755779,02
Presidente Olegário	1511959,09	1572672,29	1644586,38	1720698,11	1801255,89	1886522,86	1976777,79	2072316,01	2173450,37	2280512,32	2393852,98
Santa Fé de Minas	326694,20	339367,37	354201,86	369874,11	386432,38	403927,69	422414,08	441948,70	462592,02	484408,06	507464,54
Unai	8189510,84	8544969,87	8961162,18	9400903,17	9865550,33	10356540,14	10875392,62	11423716,27	12003213,22	12615684,72	13263036,94
Vazante	3014753,58	3147005,51	3298936,32	3458999,88	3627642,18	3805334,11	3992572,82	4189883,23	4397819,59	4616967,15	4847943,91
TOTAL	45962743,18	47998326,19	50391367,59	52921374,36	55596318,24	58424638,19	61415267,84	64577664,64	67921840,70	71458395,41	75198550,05

14.4 – Balanço disponibilidade x demanda hídrica subterrânea

Comparando-se as disponibilidades e as demandas hídricas subterrâneas estimadas, verifica-se que, mesmo utilizando um valor conservador de apenas 20 % das reservas renováveis como exploráveis, a disponibilidade hídrica subterrânea total da bacia (1.378 Hm³/ano) supera em muito as demandas projetadas até o ano de 2015 (75,2 Hm³/ano).

A fim de avaliar de modo mais localizado o balanço entre disponibilidades e demandas, é apresentada, na Tabela 80, uma comparação entre as reservas exploráveis quantificadas e o consumo máximo de águas subterrâneas para cada sub-bacia ou trecho interestações na bacia do rio Paracatu, para o período de 2005 a 2015. Para o cálculo do volume máximo de consumo, foram listados todos os municípios contidos total ou parcialmente dentro de cada sub-bacia ou trecho interestações, e somados os respectivos volumes totais de água subterrânea consumidos no município. Este cálculo é conservador, uma vez que muitos municípios possuem apenas parte de sua área contida na sub-bacia ou trecho e, em muitos casos, a sede municipal está fora da bacia considerada. Assim, os cálculos realizados fornecem um valor superestimado dos volumes consumidos. Contudo, a utilização destes dados nesta etapa de trabalho permite realizar uma avaliação preliminar sobre as disponibilidades e demandas de cada trecho da bacia, possibilitando identificar eventuais áreas de conflito potencial.

Através da Tabela 80, verifica-se que as reservas exploráveis são bastante superiores aos volumes consumidos projetados, que já são valores superestimados para todas as sub-bacias e trechos interestações considerados, com exceção da sub-bacia da estação Faz. Nolasco e do trecho entre as estações Porto da Extrema e Caatinga. A sub-bacia a montante da estação Faz. Nolasco encontra-se a montante da sede do município de Paracatu, ocupando cerca de 8 % do território deste município. Os valores de consumo de água apresentados na Tabela 80 consideram que a demanda de água para esta sub-bacia corresponde a 100% do consumo de água subterrânea no município de Paracatu, o que não corresponde à realidade. Assim, refinando os dados de consumo para esta bacia, admitindo-se que 8% do consumo total do município é extraído deste trecho, as estimativas de demanda são de 0,67 a 1,13 Hm³/ano, para o período de 2004 a 2015. A disponibilidade hídrica subterrânea deste trecho é de 11,73 Hm³/ano, e, portanto, superaria as demandas, considerando-se uma situação mais próxima da realidade.

O trecho entre as estações Porto da Extrema e Caatinga corresponde a um intervalo de 30 km no rio Paracatu, com uma área de contribuição de cerca de 3.385 km², que representa cerca de 26% da área total dos municípios de Brasilândia de Minas e João Pinheiro. Os valores de consumo de água apresentados na Tabela 80 consideram que a demanda de água para este trecho corresponde a 100% do consumo de água subterrânea nestes dois municípios, o que não corresponde à realidade. Assim, refinando os dados de consumo para esta bacia admitindo-se ainda que 100% do consumo corresponde àquele da área urbana do município e aos usos industriais, e 26% do consumo corresponde aos demais usos (rural, irrigação, animal), as estimativas de demanda deste trecho são de 1,31 a 2,15 Hm³/ano, enquanto a disponibilidade hídrica subterrânea é de 2,61 Hm³/ano, e, portanto, superaria as demandas, considerando-se uma situação mais próxima da realidade. Assim, pode-se afirmar que, na escala de trabalho utilizada, a disponibilidade de águas subterrâneas é suficiente para atender às demandas previstas.

Ressalta-se, entretanto, que estas considerações foram realizadas para uma escala regional de trabalho, não levando em consideração as limitações relativas à capacidade de produção dos aquíferos, que podem ser um fator limitante para a sua exploração, além dos possíveis impactos locais da extração de água subterrânea, como interferências entre poços próximos e subsidências. Os efeitos, tanto na qualidade, como na quantidade, de um determinado uso das águas subterrâneas devem ser avaliados em escala local e apresentados na ocasião da solicitação da outorga.

Outra questão relevante é o rebaixamento de lençol freático em áreas de mineração ou outros empreendimentos. Conforme descrito no item de outorgas, no município de Vazante, existe atualmente uma outorga cujo volume representa 82% do volume total outorgado para águas subterrâneas na bacia. O rebaixamento de nível de água, mesmo não representando um uso consuntivo de água, pode provocar efeitos adversos tais como subsidência de terreno, alteração da dinâmica hídrica e da qualidade das águas, sobretudo nos aquíferos cársticos. Assim, recomenda-se especial atenção para este uso de água na bacia, notadamente nos municípios que utilizam águas subterrâneas como praticamente única fonte de abastecimento (Lagoa Grande, Natalândia e Vazante).

Tabela 80 – Reservas exploráveis e demandas hídricas subterrâneas por sub-bacias e trechos interseções fluviométricas

Código da Estação fluviométrica (ANA)	Sub-bacia/Rio	Estações a montante	Trecho entre as estações a montante e a estação de referência jusante		Municípios inseridos na sub-bacia/trecho	Reserva média de água subterrânea no trecho (Hm³/ano)	Consumo total água subterrânea por sub-bacia ou trecho interseções (Hm³/ano)											
			Estação	Nº.			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
42250000	Ciaco	Faz. Lamoreiro			Vazante	26,29	2,90	3,01	3,15	3,30	3,46	3,63	3,81	3,99	4,19	4,40	4,62	4,85
42251000	Escuro	Faz. Córrego do Ouro			Guarda-mor	90,98	0,64	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,81	0,84	0,88	0,91	0,95	1,00
42255000	Santa Isabel	Faz. Nolasco			Paracatu	11,73	8,31	8,64	9,03	9,49	9,97	10,48	11,02	11,59	12,19	12,83	13,50	14,21
	Paracatu		Ponte BR-040	42290000	Paracatu, Guarda-Mor, Vazante, Lagamar, Lagoa Grande, Pres. Olegário, João Pinheiro	150,60	18,87	19,60	20,45	21,46	22,52	23,64	24,82	26,07	27,40	28,80	30,27	31,84
42290000	Paracatu		Ponte BR-040		Paracatu, Guarda-Mor, Vazante, Lagamar, Lagoa Grande, Pres. Olegário	279,60	15,02	15,59	16,27	17,07	17,91	18,79	19,73	20,72	21,76	22,87	24,03	25,27
42365000	Rio da Prata		Ponte BR-040		Patos de Minas, Pres. Olegário, João Pinheiro	141,88	16,67	17,33	18,11	19,04	20,02	21,06	22,17	23,33	24,57	25,87	27,25	28,72
	Paracatu		Santa Rosa	42395000	Paracatu, Lagoa Grande, João Pinheiro	69,19	13,15	13,66	14,27	14,99	15,75	16,55	17,39	18,29	19,23	20,23	21,29	22,41
42460000	Preto	Faz. Limeira			Cabecreira Grande	237,34	0,72	0,75	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	0,99	1,04	1,09	1,15	1,21
	Preto		Faz. Santo Antônio Boqueirão	42540000	Cabecreira Grande, Unai	23,00	8,61	8,94	9,32	9,78	10,26	10,76	11,30	11,87	12,46	13,10	13,76	14,47
42540000	Preto	Faz. Santo Antônio			Cabecreira Grande, Unai	310,63	8,61	8,94	9,32	9,78	10,26	10,76	11,30	11,87	12,46	13,10	13,76	14,47
	Preto		Porto dos Poções	42600000	Unai, Natalândia, Bonfinópolis de Minas, Dom Bosco	24,00	9,44	9,79	10,21	10,70	11,21	11,76	12,34	12,85	13,59	14,27	14,99	15,75
42600000	Preto		Porto dos Poções		Cabecreira Grande, Unai	390,10	8,61	8,94	9,32	9,78	10,26	10,76	11,30	11,87	12,46	13,10	13,76	14,47
42435000	Barra da Egua		Santa Rosa		Unai, Paracatu	43,34	16,20	16,83	17,58	18,45	19,37	20,34	21,37	22,46	23,61	24,83	26,12	27,48
42440000	São Pedro	Faz. Barra da Egua			Paracatu	23,42	8,31	8,64	9,03	9,49	9,97	10,48	11,02	11,59	12,19	12,83	13,50	14,21
42395000	Paracatu		Faz. Poções		Paracatu, Guarda-Mor, Vazante, Lagamar, Lagoa Grande, Patos de Minas, Pres. Olegário, João Pinheiro	490,67	30,23	31,41	32,81	34,46	36,21	38,06	40,01	42,07	44,26	46,57	49,01	51,59
42645000	Verde	Faz. Rio Verde			João Pinheiro	15,20	3,86	4,00	4,18	4,39	4,61	4,85	5,09	5,36	5,63	5,93	6,24	6,57
	Paracatu		Porto da Extrema	42690001	Brasilândia, Dom Bosco, Unai, Paracatu, João Pinheiro	107,59	21,55	22,38	23,37	24,52	25,75	27,04	28,40	29,85	31,38	32,99	34,70	36,51
42690001	Paracatu		Porto da Extrema		Unai, Paracatu, Guarda-Mor, Vazante, Lagamar, Lagoa Grande, Patos de Minas, Pres. Olegário, João Pinheiro, Natalândia, Bonfinópolis, Brasilândia, Dom Bosco	1070,32	41,48	43,08	44,99	47,23	49,59	52,09	54,74	57,53	60,49	63,61	66,92	70,41
42840000	Paracatu	Veredas		42750000	Brasilândia, João Pinheiro	2,61	4,95	5,14	5,37	5,64	5,92	6,22	6,54	6,88	7,24	7,61	8,01	8,44
	Rio do Sono		Cach. Do Paredeão	42860000	João Pinheiro	13,79	3,86	4,00	4,18	4,39	4,61	4,85	5,09	5,36	5,63	5,93	6,24	6,57
42750000	Paracatu	Caatinga			João Pinheiro, Buntzero	155,07	6,31	6,56	6,85	7,20	7,57	7,96	8,38	8,82	9,28	9,77	10,30	10,85
	Paracatu		Porto Alegre	42980000	Cabecreira Grande, Unai, Paracatu, Guarda-Mor, Vazante, Lagamar, Lagoa Grande, Patos de Minas, Pres. Olegário, João Pinheiro, Natalândia, Bonfinópolis, Brasilândia, Dom Bosco	1072,93	41,48	43,08	44,99	47,23	49,59	52,09	54,74	57,53	60,49	63,61	66,92	70,41
42860000	Paracatu	Cachoeira do Paredeão			João Pinheiro, Buntzero	168,86	6,31	6,56	6,85	7,20	7,57	7,96	8,38	8,82	9,28	9,77	10,30	10,85
	Paracatu		Porto Alegre		Santa Fé de Minas, Brasilândia, Buntzero	136,84	3,86	4,02	4,20	4,41	4,64	4,88	5,14	5,41	5,69	5,99	6,32	6,65
42980000	Paracatu	Porto Alegre			Unai, Paracatu, Guarda-Mor, Vazante, Lagamar, Lagoa Grande, Patos de Minas, Pres. Olegário, João Pinheiro, Natalândia, Bonfinópolis, Brasilândia, Dom Bosco, Santa Fé de Minas, Buntzero	1378,30	44,25	45,96	48,00	50,39	52,92	55,60	58,42	61,42	64,58	67,92	71,46	75,20

14.5 – Inventário de pontos d'água e dados de outorga

14.5.1- Inventário de pontos d'água

No Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do rio Paracatu (PLANPAR), elaborado em 1996, foi feita uma compilação dos dados dos pontos d'água inventariados na bacia do rio Paracatu até então (Anexo 3), contendo as principais informações disponíveis referentes às características locacionais (coordenadas geográficas, localidade e município); construtivas (profundidade, data de perfuração e órgão executor) e hidrogeológicas (tipo de aquífero, níveis estático e dinâmico, rebaixamentos, vazão e vazão específica) da bacia.

Os dados foram compilados do Banco de Dados Hidrogeológicos da COPASA MG, disponíveis também em listagens incluídas no trabalho "Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais (COPASA MG-Hidrosistemas, 1995)"; e do inventário de pontos d'água efetuado pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) entre 1976-78, com levantamentos de campo no âmbito do Projeto Planoroeste II da Ruralminas.

No total, foram inventariados 403 pontos d'água, sendo 130 provenientes do banco de dados da COPASA MG e 273 procedentes do inventário hidrogeológico realizado pelo CETEC. Os do primeiro grupo incluem somente poços tubulares e os do segundo abrangem poços tubulares, poços rasos escavados (poço manual, cacimba ou cisterna) e fontes. No conjunto dos pontos d'água, foram inventariados 233 poços tubulares, 82 poços manuais e 88 fontes cujos dados são apresentados ao final deste estudo.

A localização dos pontos d'água inventariados, apresentada na Figura 57, mostra uma distribuição relativamente homogênea na bacia, com menor densidade de pontos no baixo curso do rio Paracatu e na área da bacia pertencente ao estado de Goiás e ao Distrito Federal. De modo geral, observa-se uma maior concentração de pontos em torno dos núcleos urbanos. Deve ser observado que, do total de pontos d'água inventariados, somente 323 dispõem de dados de coordenadas geográficas.

A distribuição dos pontos d'água por município, ilustrada na Figura 58, mostra maior concentração no município de João Pinheiro, com mais de 120 pontos d'água, seguindo-se Unai e Paracatu, com 58 e 56 pontos respectivamente. Os municípios com menor número de pontos são Lagoa Grande, Guarda-Mor e Santa Fé de Minas.

A distribuição dos pontos d'água por sistema aquífero (Figura 59) indica a seguinte situação:

- 207 pontos ou 51,3% do total são representativos do sistema cárstico, fissurado ou cárstico-fissurado Bambuí (CaPεB + PεB).
- 78 pontos ou 19,35% do total são representativos do sistema arenítico cretácico K, englobando as Formações Areado (AtKA), Urucuia (AtKU) e Mata da Corda (AtKMC).
- 37 pontos d'água (9,2%) são representativos dos aquíferos de sedimentos de cobertura (TQc).
- Os sistemas aluviais (Qal) e do Grupo Canastra (PεC) têm reduzido número de pontos d'água inventariados, inferiores, em conjunto, a 2% do total.
- Em 74 pontos d'água não há indicação do sistema aquífero captado (não definido).

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

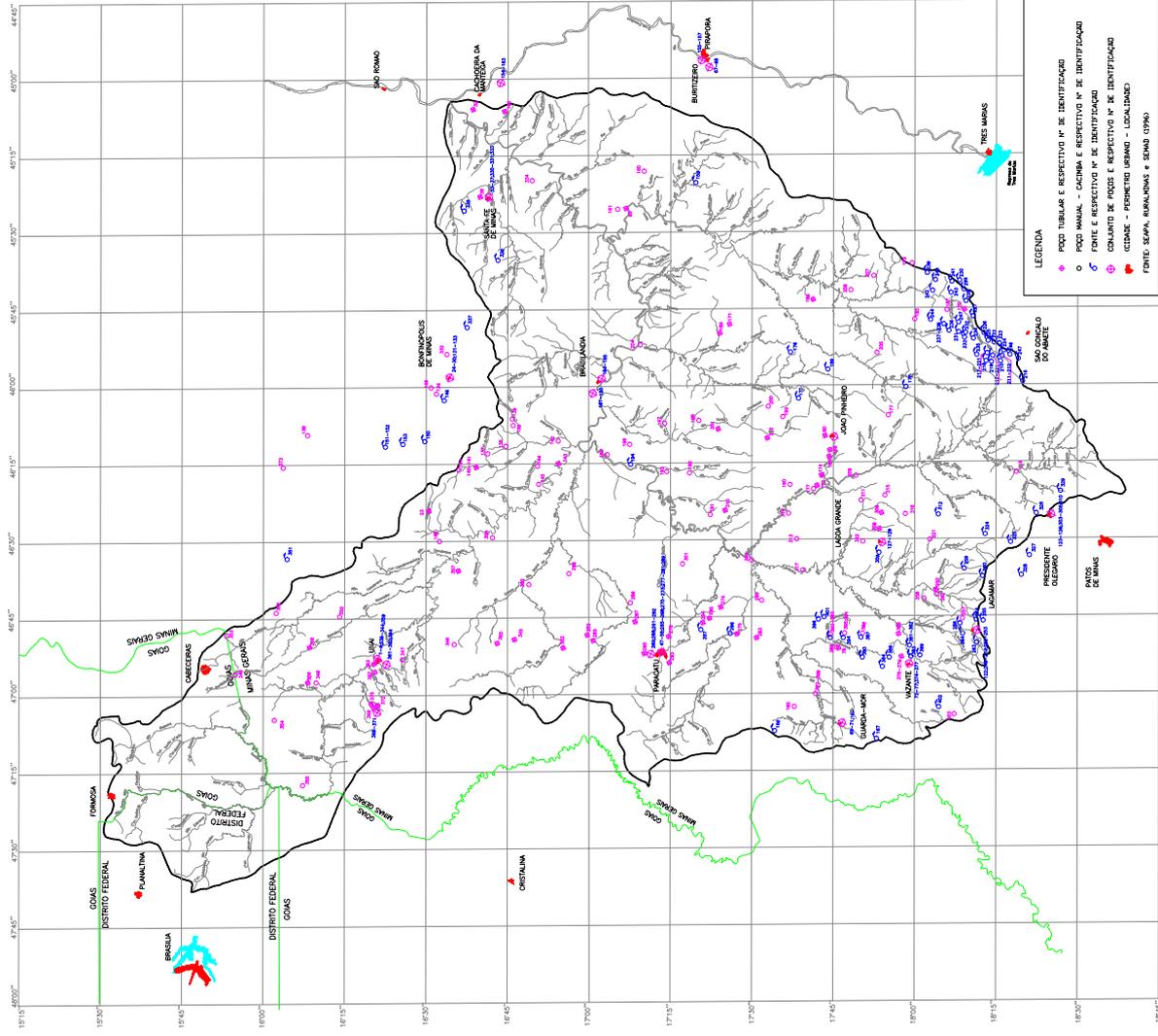


Figura 57 – Localização dos pontos d'água inventariados

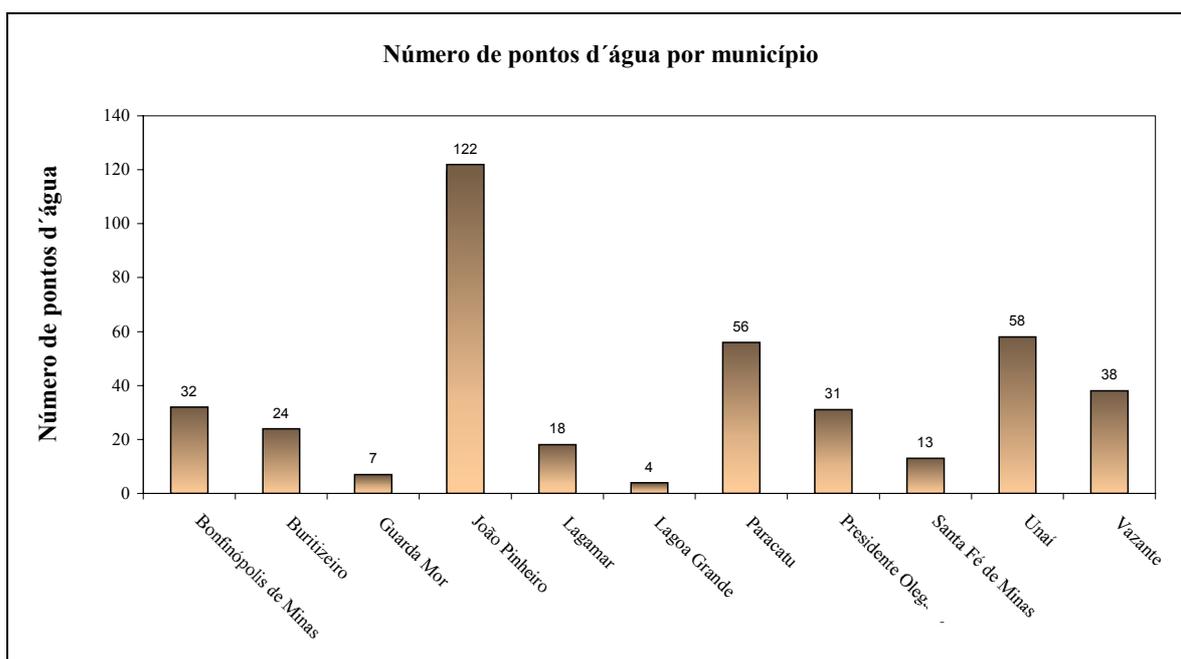


Figura 58 – Distribuição dos pontos d'água inventariados por município

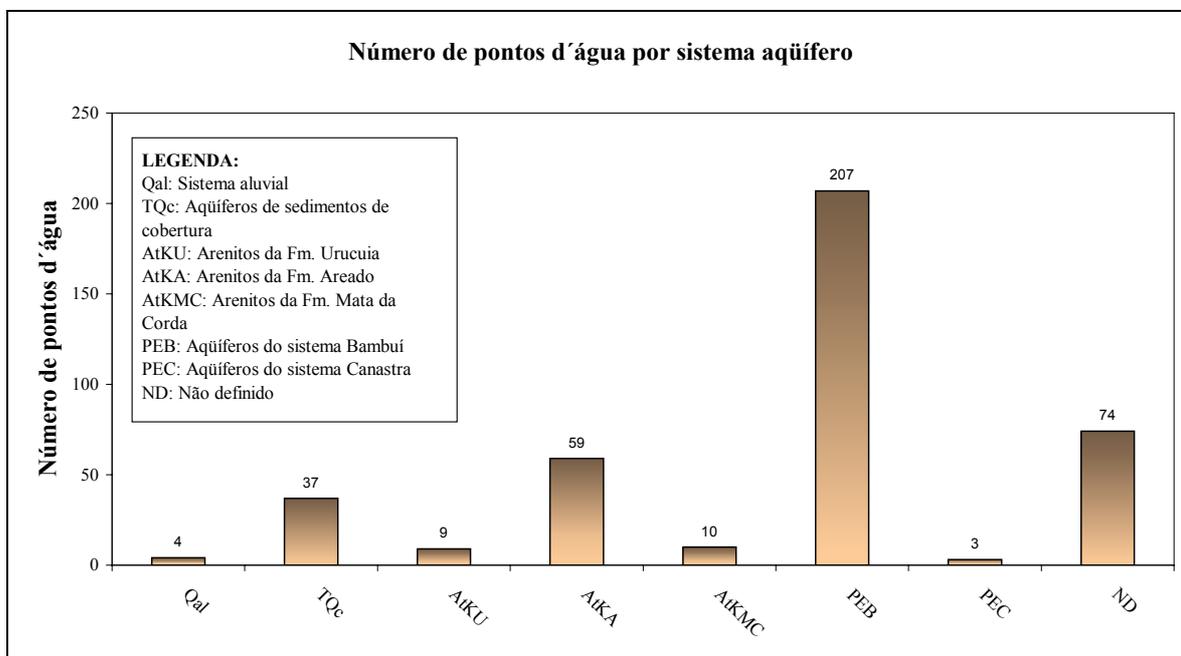


Figura 59 – Distribuição dos pontos d'água inventariados por sistema aquífero

Quando se analisa os tipos de pontos d'água inventariados em relação aos sistemas aquíferos, verifica-se que a maior parte das fontes e nascentes procedem dos aquíferos areníticos cretácicos (sessenta e um pontos), sendo pequeno o número de poços neste sistema (dez poços

tubulares e dez poços manuais). No sistema Bambuí, a maior parte dos pontos d'água inventariados é composta de poços tubulares (cento e cinquenta e um poços) contra apenas trinta e sete poços manuais e dezenove fontes. Nos aquíferos de sedimentos de cobertura, por outro lado, a maior parte dos pontos d'água inventariados é constituída de poços rasos escavados (vinte e nove poços manuais) em função mesmo da sua situação topográfica (zonas de depressão do relevo) e pequena espessura. Apenas três poços tubulares captam água exclusivamente deste sistema, ao passo que sete poços tubulares captam águas deste sistema e também do aquífero inferior cárstico-fissurado do Bambuí. O inventário realizado registra apenas cinco fontes neste sistema.

As profundidades dos poços tubulares inventariados variam de 33 a 250 metros, com maior frequência entre 80 e 110 metros. O poço mais profundo foi perfurado pela COPASA MG na cidade de João Pinheiro. Os poços escavados (manuais) variam de 1,6 a um máximo de 30 metros de profundidade. As profundidades dos níveis estáticos dos poços, em 281 amostras, variam de 0 a 70 m, com média de 13,3 e desvio padrão de 10,34. Metade dos poços tem nível estático inferior a 11 metros, enquanto apenas 5% dos poços apresentam valores superiores a 32 metros.

15 – USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

Conforme diagnóstico, constata-se que a bacia hidrográfica do rio Paracatu é caracterizada pelos seguintes tipos de usos dos recursos hídricos: abastecimento de água e diluição de efluentes, irrigação, pecuária, mineral, geração de energia e proteção da comunidade aquática.

15.1 – Abastecimento de Água e Diluição de Efluentes

As ações de saneamento ambiental necessitam ser intensificadas na bacia através da universalização dos serviços de abastecimento de água, da ampliação da rede de esgoto e principalmente, da implementação de Estações de Tratamento de Esgotos. O uso da água para diluição de efluentes resulta na poluição orgânica, física, química e bacteriológica dos corpos hídricos receptores, afetando a qualidade das águas. Dessa forma, o lançamento de esgotos sem tratamento prévio nos rios pode vir a limitar o uso das águas para outras finalidades, inviabilizando o aproveitamento dos recursos hídricos para usos múltiplos.

Os estudos sobre a disponibilidade hídrica indicaram que a vazão destinada aos serviços de abastecimento de água é baixa e avalia-se que os referidos usos não estão plenamente cadastrados no IGAM. A população abastecida deve crescer a um ritmo tal que possa superar o crescimento da população total, de forma a permitir que toda população seja abastecida. Os sistemas de abastecimento devem cumprir sua função social, mas além disso, devem gerar renda suficiente para permitir sua administração e garantir um serviço eficiente. Nesse sentido, a COPASA pratica o subsídio cruzado nos municípios onde tem concessão. Este subsídio consiste em municípios de grande porte subsidiarem municípios menores, objetivando viabilizar a capacidade de investimentos e, assim, proporcionar melhor cobertura de sistemas de saneamento.

15.2 – Irrigação

A irrigação é a atividade mais expressiva na bacia, especialmente no médio curso, sendo esta atividade a responsável pela utilização de maior volume de água. Predomina a irrigação por meio de sistemas automatizados por pivô central, sendo que a maior parte das áreas irrigadas se encontram nos municípios de Paracatu, Unaí e João Pinheiro.

A utilização de insumos agrícolas, fertilizantes e pesticidas, e a falta de manejo adequado do solo nesta atividade, intensificam o potencial de erodibilidade, causando a degradação dos solos e graves problemas aos cursos d'água. Há necessidade de se iniciar um processo de controle e educação ambiental para adequação das técnicas de produção utilizadas na irrigação.

15.3 – Pecuária

O uso da água na atividade pecuária está relacionado à dessedentação de animais e se destaca como responsável por parcela significativa de renda gerada na bacia. Conforme informações sobre cenários do PLANPAR/1996, a bacia conta, atualmente, com cerca de 1.200.000 efetivos bovinos. Neste mesmo estudo, foi previsto um acréscimo de 40% de cabeças de gado

até 2016. O abastecimento humano e animal têm prioridade sobre qualquer tipo de uso e, portanto, há necessidade de fomentar o uso racional da água na bacia.

15.4 – Mineral

A atividade de mineração é uma das fontes mais expressivas de degradação dos corpos d'água, tanto pelas substâncias químicas utilizadas no processo de exploração, quanto pelas altas taxas de carreamento de sólidos em suspensão. Destaca-se que as grandes empresas da bacia já possuem sistemas de tratamento implantados, sendo que as atividades clandestinas (minerações sem licenciamento junto aos órgãos competentes), sobre as quais os órgãos ambientais têm maior dificuldade de controle, são as mais poluidoras.

15.5 – Proteção da comunidade aquática

A proteção da comunidade aquática é um uso relevante para garantir a preservação dos ambientes aquáticos da bacia como, por exemplo, as lagoas marginais, que têm grande importância para a reposição dos estoques pesqueiros e há que se garantir, portanto, a vazão ecológica para a bacia. Para a definição da vazão ecológica, o estudo sobre disponibilidade hídrica da bacia adotou o método de Tennant e estabeleceu a condição média para a sobrevivência dos peixes.

15.6 – Geração de energia

A geração de energia é um dos usos múltiplos relevantes para o crescimento econômico da região. A bacia do Paracatu tem uma grande demanda reprimida por energia elétrica e, recentemente (em 2004), a implantação de Queimado aumentou a oferta de energia, propiciando a confiabilidade do abastecimento à irrigação.

Vale destacar que, dentre os projetos estruturadores do estado de Minas Gerais, está previsto o Projeto de Eletrificação Rural do Noroeste de Minas, que trará benefícios principalmente aos agricultores interessados em implantar projetos de irrigação. Este projeto vai prover infraestrutura para a ligação de 476 grandes produtores rurais e de 14.077 novos consumidores rurais, sendo 1.077 pequenos produtores rurais e 13.000 médios produtores rurais.

15.7 – Industrial

O uso da água para consumo industrial ainda não é significativo na bacia, mas com o aumento da oferta de energia elétrica, propiciado pela implantação da barragem de Queimado em 2004, prevê-se que o parque industrial na bacia será ampliado, especialmente por meio de indústria de laticínios e frigoríficos.

16 – IDENTIFICAÇÃO DOS ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS

Os atores sociais estratégicos devem ser compreendidos como os representantes dos poderes públicos nos níveis estadual e municipal, usuários da água e sociedade civil, com destaque aos que fazem parte do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Devem ser identificados e estarem efetivamente compromissados com a implementação deste Plano, especialmente em relação às ações de revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia.

Alguns órgãos estaduais são relevantes para o processo de revitalização da bacia do rio Paracatu, quais sejam: SEMAD, IGAM, FEAM, IEF, EMATER. Estes órgãos devem estar trabalhando de forma convergente, para potencializar os resultados de ações prioritárias a serem implementadas. A COPASA é concessionária dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, de vários municípios da bacia e também tem papel relevante em contribuir com a melhoria das condições sanitárias, nos municípios onde tem concessão.

As Prefeituras Municipais têm que estar sintonizadas com as diretrizes da legislação de recursos hídricos, contribuindo de forma eficaz em relação às decisões do CBH-PARACATU.

Para a aproximação e integração dos atores sociais estratégicos citados, previu-se neste Plano um Termo de Cooperação Técnica, tratado à frente, na forma de uma minuta e que aborda as ações necessárias para a recuperação hidroambiental da bacia, estabelecendo algumas atribuições a cada um destes atores estratégicos. Outros atores, como o Ministério Público, e outros usuários são imprescindíveis e cabe ao CBH-PARACATU, articular politicamente, para viabilizar a participação destes outros atores.

O CBH-PARACATU, por intermédio de sua Câmara Técnica Institucional e Legal e com apoio do IGAM, deverá providenciar, a celebração do primeiro Termo de Cooperação Técnica para a bacia, bem como de coordenar a viabilização do mencionado Termo. Posteriormente, e principalmente, se este Termo apresentar eficácia recomenda-se a celebração de novos Termos, com o objetivo de celebrar outros acordos com os atores identificados, e ainda, com outros usuários de recursos hídricos e organizações da sociedade civil.

17 – IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS POTENCIAIS

Os usos múltiplos na bacia do rio Paracatu causam conflitos entre si, sob o aspecto quantitativo de forma pontual. Os estudos hidrológicos e os levantamentos das outorgas concedidas, das águas superficiais e subterrâneas, demonstram que a vazão disponível atende as demandas da bacia, de uma forma global, considerando a totalidade da bacia.

Entretanto, a distribuição das demandas não é uniforme ao longo da bacia e estas se concentram na região central da bacia.

Portanto, devido a esta característica, geram-se conflitos pelo uso da água, de forma pontual, nesta região. Assim, o uso deve ser distribuído pela bacia de forma a utilizar a disponibilidade hídrica em sua plenitude. Isso pode ser feito por uma alocação adequada da vazão disponível e por políticas de incentivo do uso em regiões pouco exploradas.

Um conflito de uso também instalado na bacia é o uso para irrigação concorrendo com o uso para a preservação da fauna e flora. A captação de água e barramentos para a irrigação em várzeas, veredas e lagoas marginais, propiciam a descaracterização destes ambientes úmidos/aquáticos que se constituem em áreas de proteção permanente.

18 – LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOBRE OUTORGA PARA ÁGUAS SUPERFICIAIS

A partir dos dados fornecidos pelo IGAM em seu *site* na Internet, estabeleceu-se a relação de outorgas dadas até fevereiro de 2005. No total, foram concedidas 847 outorgas para uso de recursos hídricos superficiais.

A Figura 60 mostra a distribuição dessas outorgas na bacia. O tamanho de cada círculo é relativo ao valor de vazão outorgado. Nota-se que as maiores outorgas foram dadas na área central da bacia.

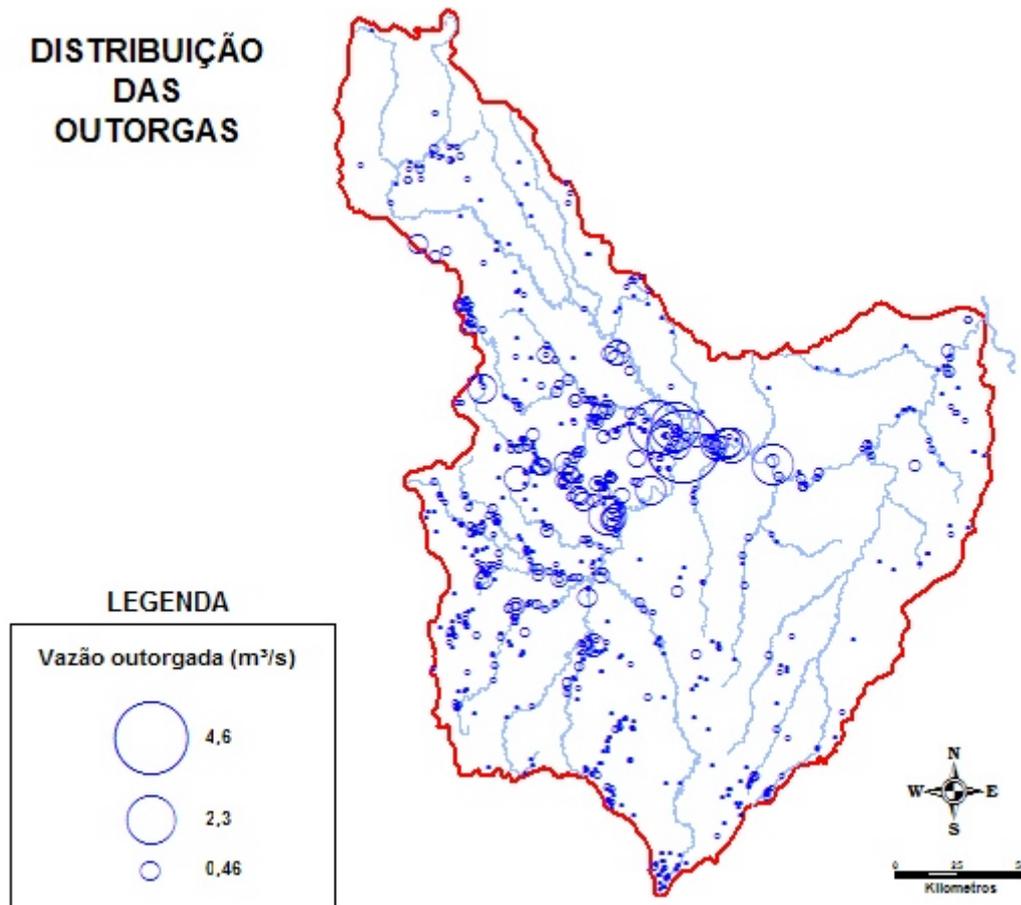


Figura 60 – Distribuição das outorgas na bacia

A figura a seguir mostra a mesma distribuição da Figura 60 com a vazão outorgada distribuída espacialmente. As cores são graduadas a partir do azul, indicando pouca vazão outorgada, até o vermelho escuro, indicando muita vazão outorgada.

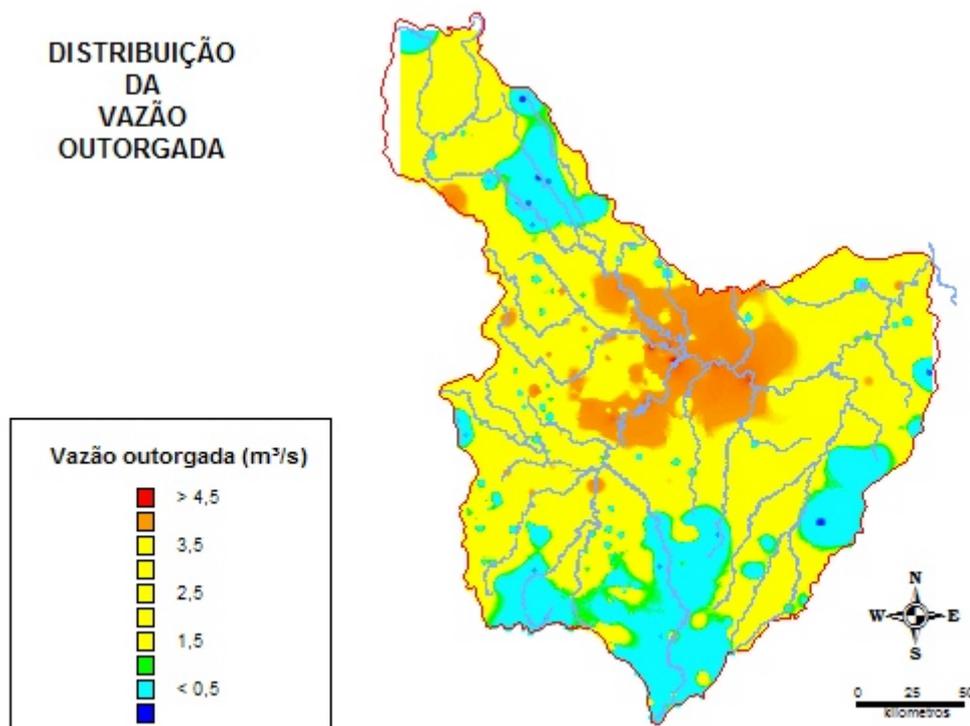


Figura 61 – Distribuição espacial da vazão outorgada

A Tabela 81 mostra o número de outorga e a vazão total outorgada para cada uso feito na bacia.

Tabela 81 – Número de outorgas e vazão outorgada

Uso	Nº de outorgas	Vazão (m ³ /s)
Consumo humano	28	0,3931
Dessedentação de animais	15	0,0575
Irrigação	768	83,1128
Uso industrial	17	2,3739
Outros	19	0,4804
<i>Total</i>	<i>847</i>	<i>86,4177</i>

Na Tabela 81, o número de outorgas e vazão outorgada refere-se à totalidade dos processos em análise no IGAM, aguardando complementações, os indeferidos, além das Portarias em vigência e já vencidas.

Uma análise dos dados apresentados anteriormente mostra que a vazão outorgada para irrigação pode estar superdimensionada. Outro ponto a ser notado, é que os serviços públicos de abastecimento de água, em geral, não estão cadastrados junto ao IGAM, e por isso a vazão destinada ao uso humano é tão baixa.

A Tabela 82 mostra a evolução temporal do número de outorgas e da vazão outorgada. As Figuras 62 e 63 mostram a evolução do uso de água na bacia.

Tabela 82 – Evolução dos usos outorgados na bacia

Ano	Nº outorgas		Vazão (m³/s)	
	Absoluto	Acumulado	Absoluto	Acumulado
1987	4	4	3,3210	3,3210
1988	13	17	0,7000	4,0210
1989	9	26	1,0440	5,0650
1990	3	29	0,5520	5,6170
1991	3	32	0,1750	5,7920
1992	8	40	0,7455	6,5375
1993	19	59	1,1500	7,6875
1994	28	87	3,5420	11,2295
1995	21	108	2,9140	14,1435
1996	5	113	0,1010	14,2445
1997	22	135	2,4570	16,7015
1998	75	210	8,0105	24,7120
1999	120	330	8,2367	32,9487
2000	88	418	11,4800	44,4287
2001	57	475	5,1619	49,5906
2002	102	577	11,5832	61,1739
2003	155	732	12,2407	73,4146
2004	52	784	6,0474	79,4620
2005	63	847	6,9557	86,4177

Obs.: os valores foram contabilizados até novembro de 2005

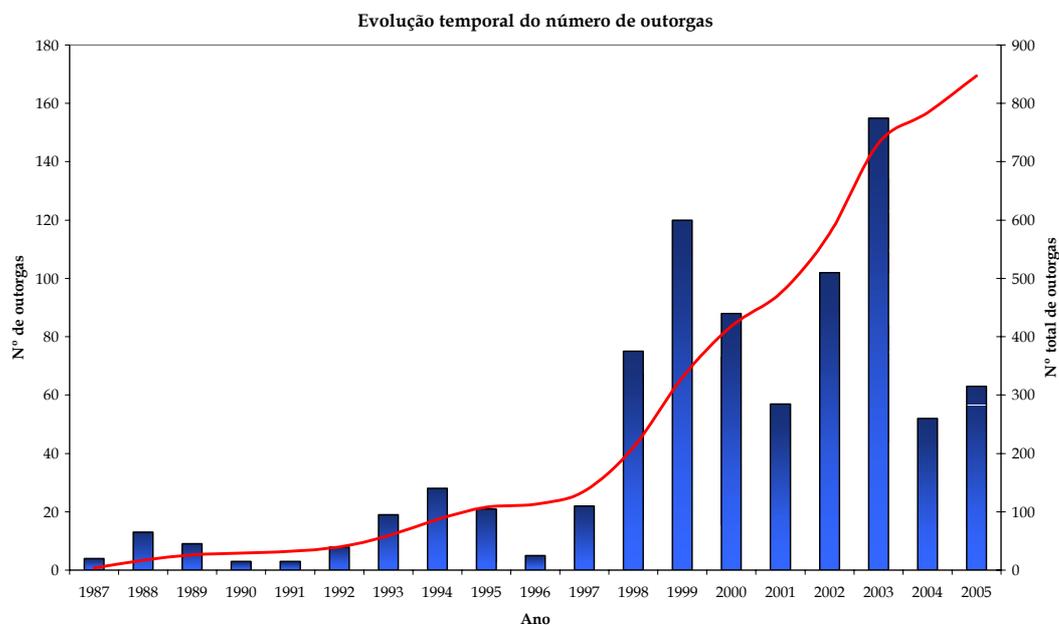


Figura 62 – Evolução do número de outorgas dadas

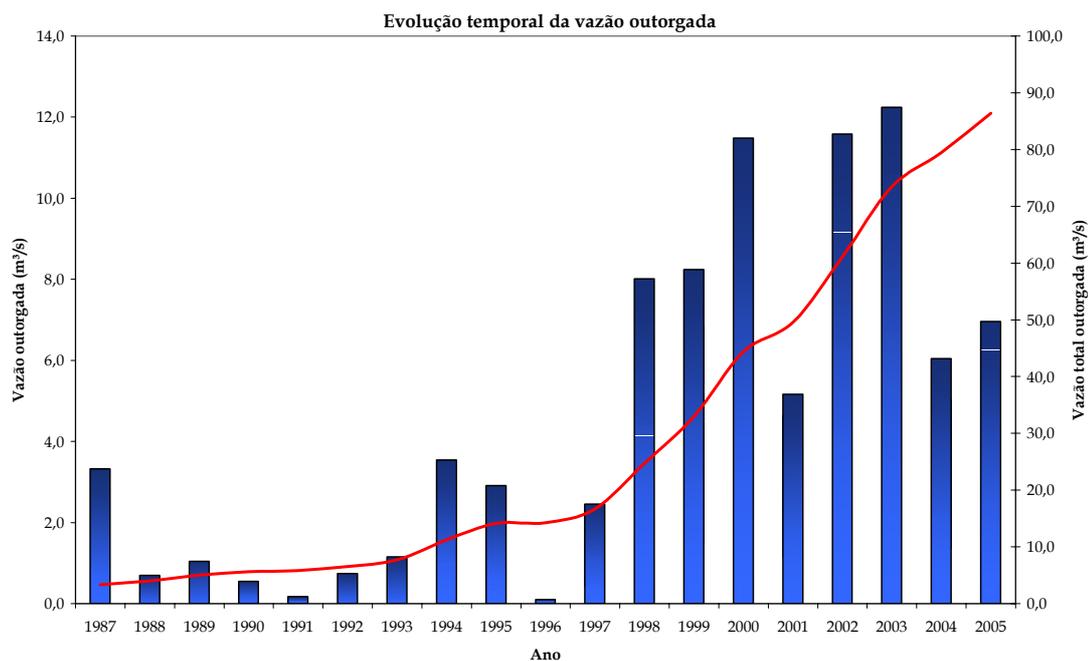


Figura 63 – Evolução da vazão outorgada na bacia

A Tabela 83 mostra a vazão outorgada por ponto de controle (estação) e a Tabela 84 mostra o número de outorgas.

Tabela 83 – Vazão outorgada por ponto de controle

Código	Nome	Vazão outorgada (m³/s)					
		Total	Cons. Hum.	Des. Ani.	Irrig.	Cons. Ind.	Outros
42250000	Fazenda Limoeiro	0,445	0,000	0,000	0,445	0,000	0,000
42251000	Fazenda Córrego do Ouro	3,307	0,012	0,000	3,295	0,000	0,000
42255000	Fazenda Nolasco	0,178	0,000	0,000	0,178	0,000	0,000
42257000	Barra do Escurinho	6,147	0,147	0,040	5,877	0,083	0,000
42290000	Ponte da BR-040	14,724	0,200	0,042	14,342	0,142	0,000
42365000	Ponte da BR-040	2,171	0,129	0,001	1,986	0,001	0,054
42395000	Santa Rosa	28,810	0,329	0,043	28,214	0,143	0,081
42435000	Fazenda Barra da Égua	3,814	0,000	0,000	3,811	0,000	0,003
42440000	Fazenda Poções	2,357	0,000	0,000	2,301	0,042	0,014
42460000	Fazenda Limeira	1,748	0,001	0,000	1,747	0,000	0,000
42490000	Unai	2,288	0,001	0,001	2,285	0,000	0,000
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	2,438	0,001	0,001	2,435	0,000	0,000
42545002	Fazenda Roncador	0,008	0,000	0,000	0,002	0,000	0,006
42545500	Fazenda "O" Resfriado	0,008	0,000	0,000	0,002	0,000	0,006
42546000	Fazenda Santa Cruz	0,025	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000
42600000	Porto dos Poções	5,142	0,010	0,001	5,125	0,000	0,006
42645000	Fazenda Rio Verde	0,270	0,000	0,000	0,266	0,004	0,000
42690001	Porto da Extrema	78,660	0,354	0,048	75,629	2,165	0,465
42750000	Caatinga (ANEEL/CEMIG)	80,611	0,354	0,048	77,579	2,165	0,466
42840000	Veredas	0,447	0,000	0,000	0,447	0,000	0,000
42850000	Cachoeira das Almas	1,767	0,021	0,001	1,540	0,205	0,000
42860000	Cachoeira do Paredão	1,941	0,021	0,001	1,714	0,205	0,000
42930000	Porto do Cavalo	84,489	0,374	0,057	81,207	2,370	0,480
42980000	Porto Alegre	84,614	0,374	0,057	81,332	2,370	0,480
<i>Foz do rio Paracatu</i>		<i>86,418</i>	<i>0,393</i>	<i>0,058</i>	<i>83,113</i>	<i>2,374</i>	<i>0,480</i>

Tabela 84 – Número de outorgas por ponto de controle

Código	Nome	Total	Vazão outorgada (m ³ /s)				
			Cons. Hum.	Des. Ani.	Irrig.	Cons. Ind.	Outros
42250000	Fazenda Limoeiro	12	0	0	12	0	0
42251000	Fazenda Córrego do Ouro	65	1	0	64	0	0
42255000	Fazenda Nolasco	2	0	0	2	0	0
42257000	Barra do Escurinho	86	3	2	80	1	0
42290000	Ponte da BR-040	239	7	6	223	3	0
42365000	Ponte da BR-040	88	4	1	80	1	2
42395000	Santa Rosa	400	11	8	371	4	6
42435000	Fazenda Barra da Égua	46	0	0	45	0	1
42440000	Fazenda Poções	27	0	0	25	1	1
42460000	Fazenda Limeira	25	1	0	24	0	0
42490000	Unai	36	1	2	33	0	0
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	41	1	2	38	0	0
42545002	Fazenda Roncador	3	0	0	2	0	1
42545500	Fazenda "O" Resfriado	3	0	0	2	0	1
42546000	Fazenda Santa Cruz	3	0	0	3	0	0
42600000	Porto dos Poções	70	3	2	64	0	1
42645000	Fazenda Rio Verde	5	0	0	4	1	0
42690001	Porto da Extrema	728	20	11	673	11	13
42750000	Caatinga (ANEEL/CEMIG)	731	20	11	675	11	14
42840000	Veredas	12	0	0	12	0	0
42850000	Cachoeira das Almas	45	2	1	37	5	0
42860000	Cachoeira do Paredão	52	2	1	44	5	0
42930000	Porto do Cavalo	811	22	14	743	16	16
42980000	Porto Alegre	815	22	14	747	16	16
<i>Foz do rio Paracatu</i>		<i>847</i>	<i>28</i>	<i>15</i>	<i>768</i>	<i>17</i>	<i>19</i>

A tabela a seguir mostra um comparativo entre as vazões outorgadas e as vazões $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} . Nota-se que grande maioria a bacia se encontra saturada sob o ponto de vista do critério atual de outorga (30% de $Q_{7,10}$). Esse fato remonta à necessidade de se avaliar o uso atual, por meio de cadastro de usuários, e o uso futuro, por meio de políticas de racionamento e distribuição do uso.

Tabela 85 – Comparativo entre a vazão outorgada e a vazão disponível em cada ponto

Código	Nome	Q _{out} m ³ /s	% Q _{7,10}	% Q ₉₀	% Q ₉₅
42250000	Fazenda Limoeiro	0,445	36%	37%	44%
42251000	Fazenda Córrego do Ouro	3,307	82%	82%	96%
42255000	Fazenda Nolasco	0,178	24%	26%	30%
42257000	Barra do Escurinho	6,147	144%	143%	169%
42290000	Ponte da BR-040	14,724	112%	107%	127%
42365000	Ponte da BR-040	2,171	32%	32%	38%
42395000	Santa Rosa	28,810	142%	133%	158%
42435000	Fazenda Barra da Égua	3,814	107%	110%	129%
42440000	Fazenda Poções	2,357	330%	170%	200%
42460000	Fazenda Limeira	1,748	20%	15%	17%
42490000	Unai	2,288	18%	13%	14%
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	2,438	17%	12%	14%
42545002	Fazenda Roncador	0,008	2,2%	0,8%	1,0%
42545500	Fazenda "O" Resfriado	0,008	0,7%	0,4%	0,5%
42546000	Fazenda Santa Cruz	0,025	3,5%	1,8%	2,2%
42600000	Porto dos Poções	5,142	23%	15%	17%
42645000	Fazenda Rio Verde	0,270	15%	12%	14%
42690001	Porto da Extrema	78,660	128%	117%	136%
42750000	Caatinga (ANEEL/CEMIG)	80,611	128%	116%	135%
42840000	Veredas	0,447	73%	79%	92%
42850000	Cachoeira das Almas	1,767	25%	20%	24%
42860000	Cachoeira do Paredão	1,941	22%	17%	20%
42930000	Porto do Cavalo	84,489	109%	96%	113%
42980000	Porto Alegre	84,614	108%	96%	112%
<i>Foz do rio Paracatu</i>		86,418	103%	90%	106%

19 – LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOBRE OUTORGA PARA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Os dados disponíveis no IGAM² indicam que foram concedidas, no total, 161 outorgas para uso de recursos hídricos subterrâneos e oito certidões de uso insignificante, desde maio de 1996 até agosto de 2005, na bacia do rio Paracatu. O Anexo 4 apresenta as características de todas as outorgas e certidões de uso insignificante concedidas até esta data. O total de outorgas concedidas na bacia do rio Paracatu ainda é bastante reduzido em relação ao número total de usuários de água subterrânea já cadastrados na bacia. No cadastro apresentado no Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do rio Paracatu em 1996 (compilado de COPASA MG-Hidrosistemas, 1995 e do inventário de pontos d'água efetuado pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC entre 1976-78), haviam sido cadastrados 403 pontos de uso de água subterrânea entre poços tubulares, poços manuais e nascentes.

A Tabela 86 mostra o número de outorgas concedidas e a vazão total outorgada por cada uso das águas subterrâneas feito na bacia. Ressalta-se que estas vazões são aproximadas, uma vez que algumas outorgas são concedidas para usos múltiplos, não sendo possível identificar as vazões específicas para cada uso individual.

Em termos de número de outorgas concedidas, os principais usos são o consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e abastecimento público (Figura 64). Os dados mostram que o principal uso das águas subterrâneas, em termos de vazão, é o rebaixamento de nível d'água (Figura 65). Ressalta-se que o rebaixamento de nível d'água em minerações tem apenas uma outorga concedida, porém representa a maior parcela da vazão outorgada total. Apesar de ser um uso não consuntivo da água, o rebaixamento de lençol freático pode provocar importantes alterações no regime hidrodinâmico subterrâneo, com conseqüentes impactos na disponibilidade hídrica da região do entorno. Considerando-se apenas os usos consuntivos, a irrigação e o abastecimento público utilizam as maiores vazões outorgadas (Figura 66).

Tabela 86 – Outorgas por uso de água subterrânea da bacia do rio Paracatu

Uso	Número de outorgas		Vazão (m ³ /ano)	
	Absoluto	Porcentagem	Absoluto	Porcentagem
Abastecimento	33	19,6	7.044.500,0	5,7
Consumo humano	45	26,8	939.113,2	0,8
Dessedentação de animais	40	23,8	772.349,1	0,6
Industrial	11	6,5	355.400,5	0,3
Irrigação	33	19,6	12.766.714,5	10,4
Lavagem de veículos	5	3,0	84.534,0	0,1
Rebaixamento de nível d'água	1	0,6	100.740.000,0	82,1
TOTAL	168	100,0	122.702.611,4	100,0

² <http://www.igam.mg.gov.br>

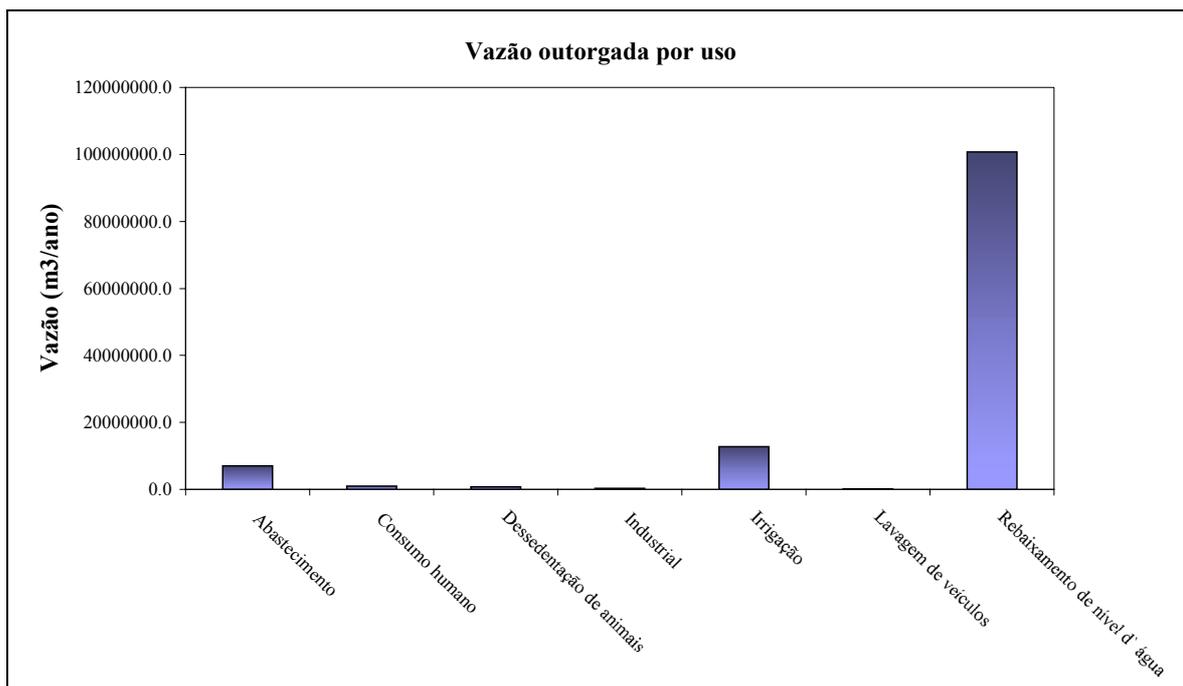


Figura 64 - Número de outorgas por uso de água subterrânea da bacia do rio Paracatu

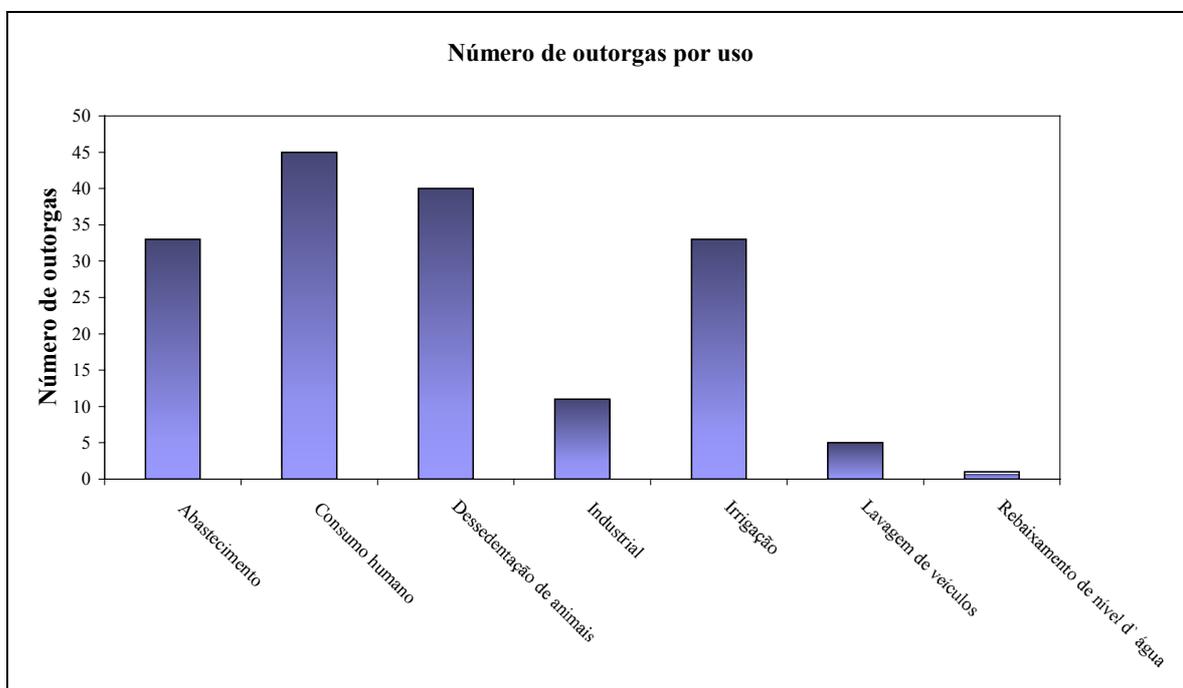


Figura 65 - Vazão outorgada por uso de água subterrânea da bacia do rio Paracatu

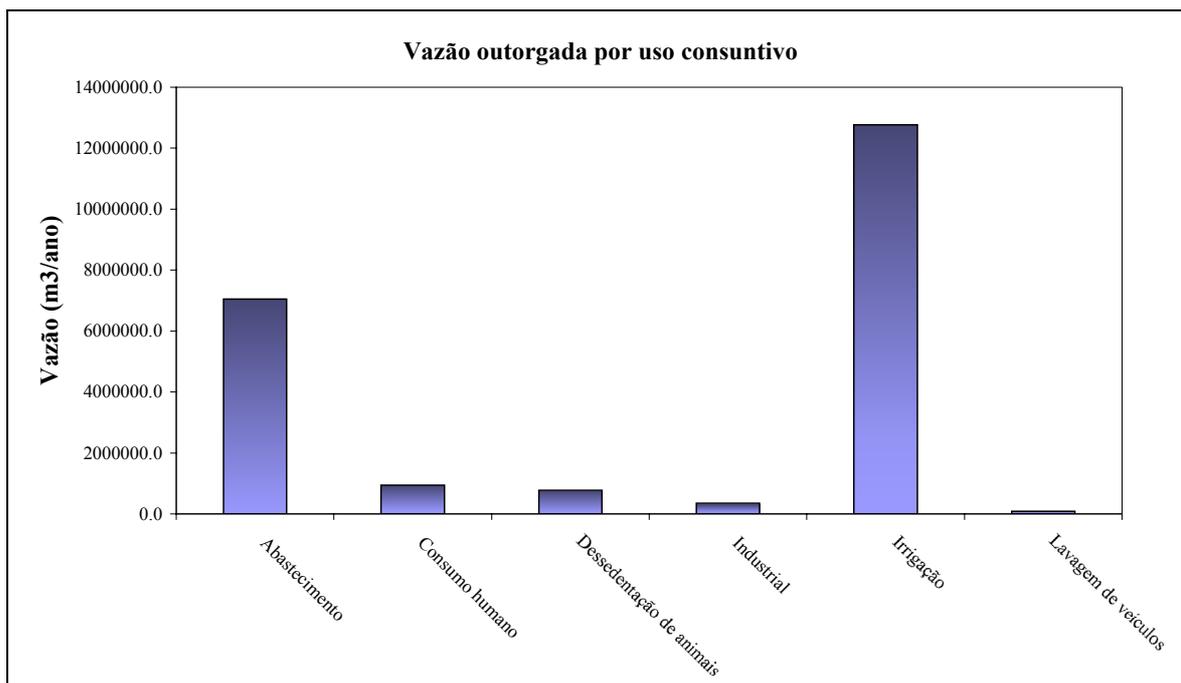


Figura 66 - Vazão outorgada por uso consuntivo de água subterrânea da bacia do rio Paracatu

A Tabela 87 a seguir mostra a evolução da concessão de outorgas para águas subterrâneas na bacia de maio de 1996 até agosto de 2005. Conforme ilustra a Figura 67, verifica-se que há uma tendência de crescimento relativamente constante, tanto para o número de outorgas concedidas como para as vazões totais outorgadas. A grande discrepância do valor de vazão outorgada em 2004 é devido à outorga para rebaixamento de nível d'água concedida neste ano, que representa um volume de 82,1 da vazão total outorgada.

Tabela 87 - Evolução temporal das outorgas para água subterrânea

Ano	Número de outorgas		Vazão (m³/ano)	
	Absoluto	Porcentagem	Absoluto	Porcentagem
1996	1	0,6	52.560,0	0,0
1997	6	3,6	2.864.520,0	2,3
1998	8	4,7	2.365.200,0	1,9
1999	2	1,2	102.200,0	0,1
2000	4	2,4	222.358,0	0,2
2001	36	21,3	8.854.900,0	7,2
2002	13	7,7	1.420.799,0	1,2
2003	27	16,0	4.363.921,8	3,6
2004	42	24,9	101.647.859,4	82,8
2005	30	17,8	808.293,2	0,7
TOTAL	169	100,0	122.702.611,4	100,0

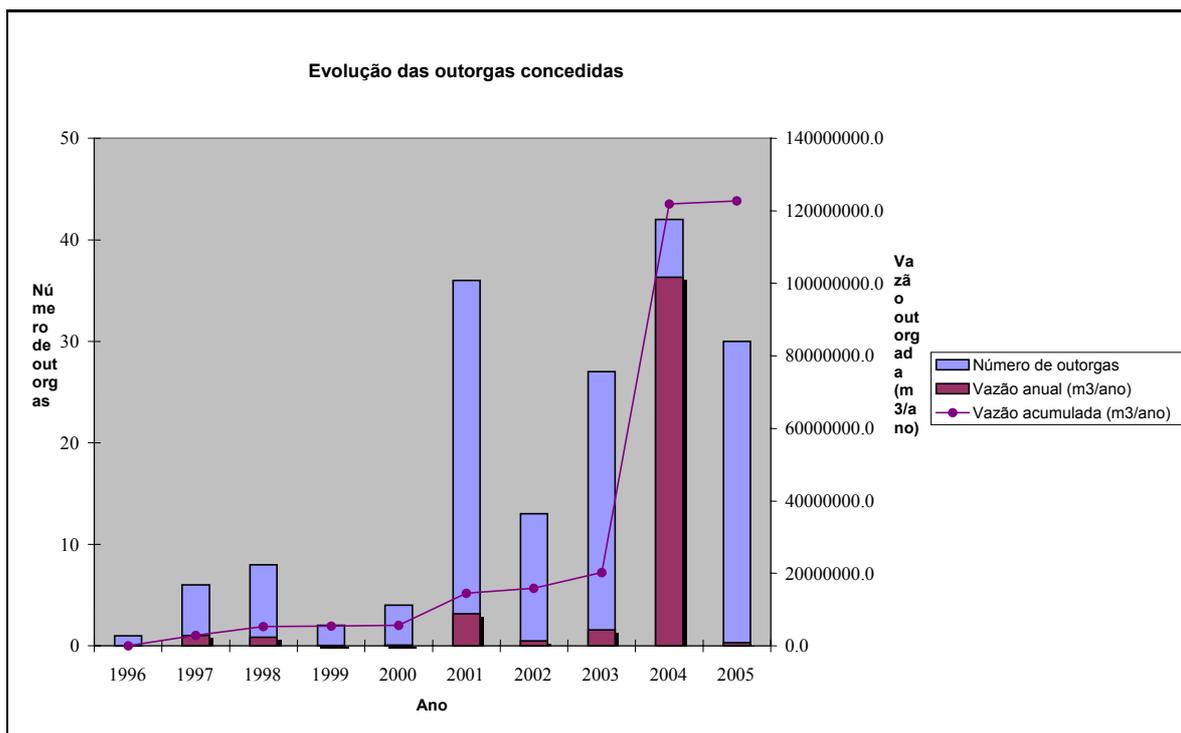


Figura 67 - Evolução temporal das outorgas concedidas para água subterrânea

A Tabela 88 apresenta o número de outorgas concedidas e as respectivas vazões distribuídas por município. Conforme ilustrado na Figura 68, o município de Paracatu é o que apresenta o maior número de outorgas na bacia e também a maior vazão para usos consuntivos (Figura 70). Considerando-se todos os usos, consuntivos e não-consuntivos, o município de Vazante é o que apresenta as maiores vazões outorgadas (Figura 69), pois nele se inclui a outorga para rebaixamento de nível d'água que representa o maior volume outorgado na bacia.

Na Figura 71 é apresentada a distribuição das outorgas na bacia, com exceção da outorga para rebaixamento de lençol freático segundo a vazão.

Tabela 88 - Distribuição das outorgas para água subterrânea por município

Município	Número de outorgas		Vazão (m ³ /ano)	
	Absoluto	Porcentagem	Absoluto	Porcentagem
Brasilândia de Minas	7	4,1	147.401,6	0,1
Buritizeiro	6	3,6	110.439,9	0,1
Dom Bosco	1	0,6	6.212,3	0,0
Guarda Mor	8	4,7	556.515,5	0,5
João Pinheiro	18	10,7	1.474.472,3	1,2
Lagamar	3	1,8	185.420,0	0,2
Lagoa Grande	13	7,7	1.052.431,9	0,9
Paracatu	63	37,3	12.453.585,4	10,1
Patos de Minas	6	3,6	174.105,0	0,1
Presidente Olegário	15	8,9	2.770.477,8	2,3
Santa Fé de Minas	3	1,8	262.800,0	0,2
São Gonçalo do Abaeté	2	1,2	21.170,0	0,0
Unaí	14	8,3	360.961,6	0,3
Vazante	10	5,9	103.121.625,0	84,0
TOTAL	169	100,0	122.697.618,2	100,0

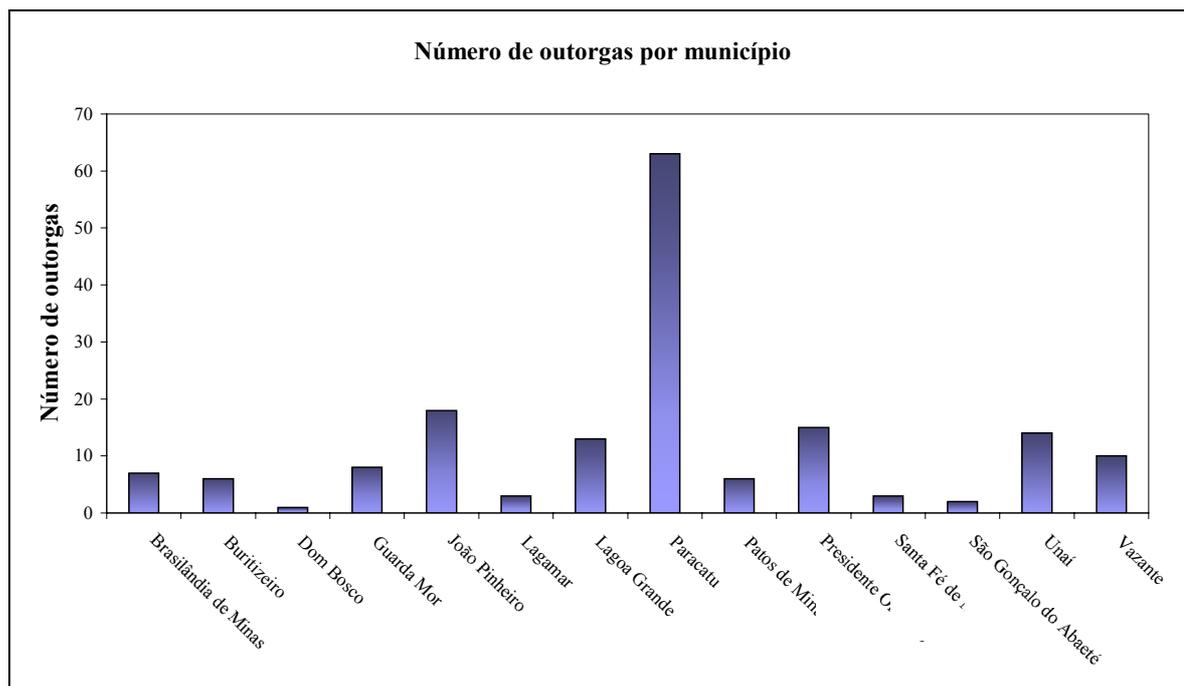


Figura 68 - Número de outorgas para água subterrânea por município

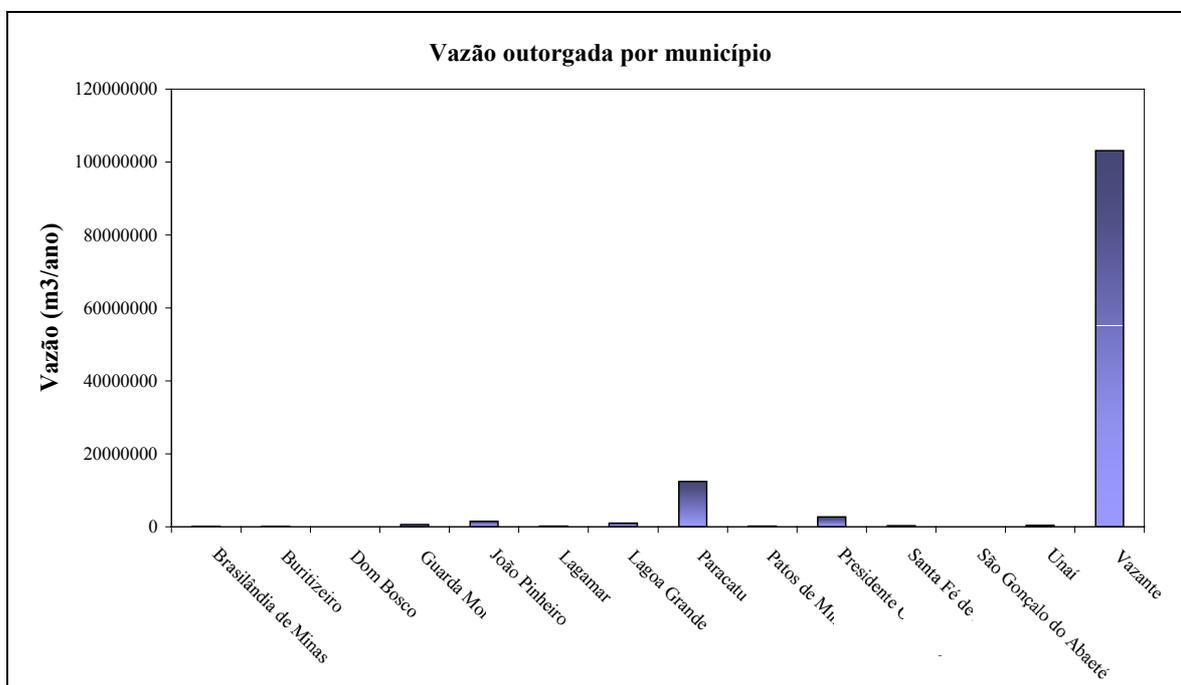


Figura 69 – Vazão outorgada para água subterrânea por município

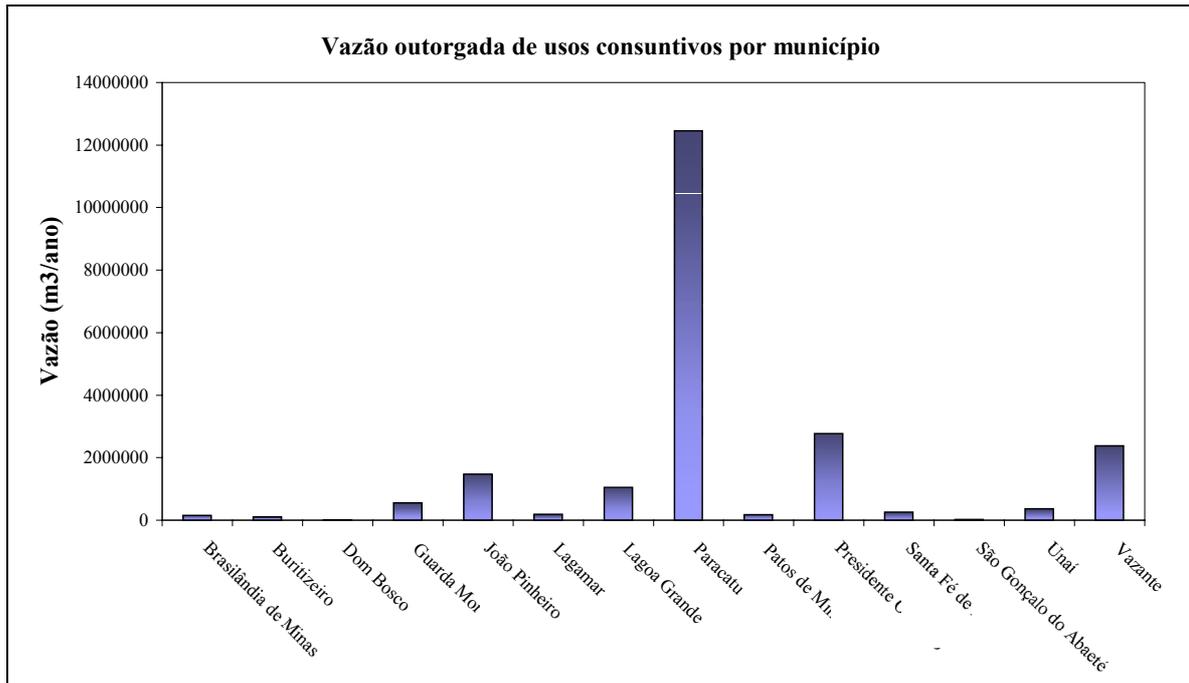


Figura 70 – Vazão outorgada para usos consuntivos de água subterrânea por município

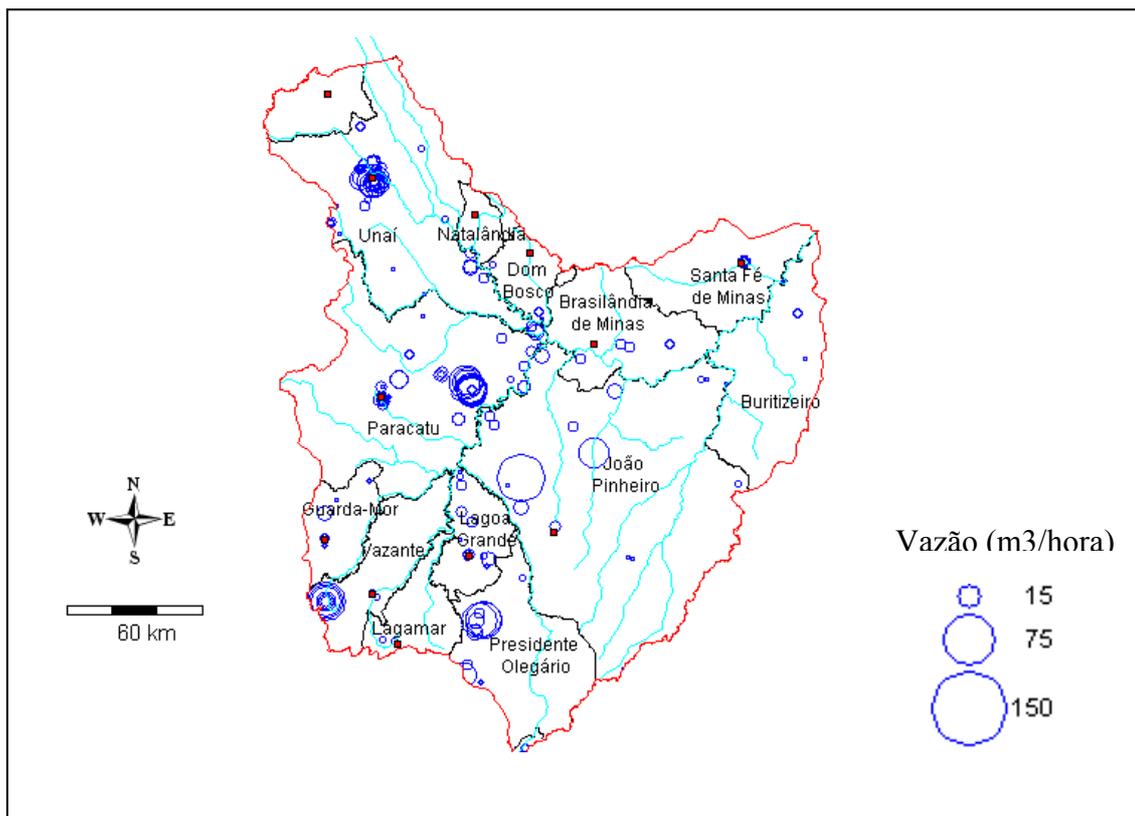


Figura 71 – Distribuição das outorgas de água subterrânea por município

20 – PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES DO DIAGNÓSTICO NO TOCANTE À CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A análise da qualidade das águas superficiais da bacia do rio Paracatu nos permite inferir que os maiores contribuintes na contaminação dos corpos de água são: a atividade agrícola (incluindo a silvicultura) e a pecuária extensiva. Os efluentes domésticos também contribuem, mas de forma pouco significativa, não sendo detectados, em alguns casos, em virtude da quantidade de estações de monitoramento aliada à localização das mesmas que, em certos casos, situam-se a montante dos lançamentos dos efluentes.

São notórias as características agrícolas da bacia hidrográfica do rio Paracatu, que tem extensas regiões convertidas em plantações. Porém, a forma de cultivo, sem adoção de práticas de conservação de solo e uso de insumos agrícolas, tem sido uma das principais causas da perda da qualidade das águas. As fontes de poluição difusas também podem vir a ser mais prejudiciais à qualidade das águas subterrâneas.

A análise da qualidade das águas na região da bacia revelou que o efeito do escoamento superficial e das fontes difusas de poluição são preponderantes para a situação ambiental encontrada. Altos níveis de turbidez, fosfato total, coliformes fecais e manganês ocorrem constantemente no período chuvoso. Outros metais encontrados nas águas, tais como cobre, cádmio e chumbo não podem ser associados a uma fonte específica, em virtude da sua distribuição pela bacia.

Há necessidade de maiores estudos científicos sobre a biodiversidade existente na região. Esses estudos também deverão servir de base para a seleção e criação de áreas destinadas à conservação ambiental. Deve-se aumentar o número de unidades de conservação na bacia.

Os ambientes aquáticos, como as veredas e as lagoas marginais, estão sendo descaracterizados pela ação antrópica, necessitando de maiores medidas visando à proteção dos mesmos. É necessário elaborar um estudo de levantamento da situação ambiental desses ecossistemas.

Os órgãos ambientais, juntamente com a polícia militar, devem intensificar as ações de fiscalização, com objetivo de controlar o desmatamento ilegal na região. Medidas de recuperação de áreas de preservação permanente, como matas ciliares e vegetações de encostas e topos de morro, devem ser implementadas.

Faz-se necessária, também, a criação de Áreas de Proteção Especial (APE's) para todos os mananciais de abastecimento público na bacia. Todos os municípios, principalmente os maiores, deverão implantar estações de tratamento de esgotos (ETE's) e sistema adequado de disposição de resíduos sólidos. Além disso, é necessário a elaboração de cadastro de usuários de recursos hídricos, sempre atualizado, de modo a permitir o estabelecimento dos usos e necessidades de água da bacia.

PARTE II – INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

21 – AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE OUTORGA

21.1 – Introdução

Para a definição de um critério de outorga, devem ser observados dois pontos: o indicativo de vazão a ser utilizado como parâmetro e vazão mínima ecológica. Os indicativos de vazão utilizados atualmente no Brasil são as vazões de permanência, notadamente a Q_{90} e a Q_{95} , e as vazões mínimas para um determinado período de retorno, notadamente a $Q_{7,10}$.

A $Q_{7,10}$ é a vazão mínima de sete dias de duração para um período de retorno de 10 anos. Seu cálculo é feito através da análise de frequência local ou regional dos eventos mínimos observados em um determinado trecho de rio. A vantagem principal de seu uso como indicativo de vazão de outorga é o fato de se poder atribuir um risco de não atendimento ao valor outorgado. Outra vantagem inerente ao seu uso é o fato de se poder contar com toda a ferramenta estatística para a análise de seu comportamento. As técnicas de regionalização mais modernas, como os momentos-L, podem ser usadas para determinar a $Q_{7,10}$. Assim, sua determinação é feita de maneira mais confiável e os resultados são mais compatíveis com a realidade hidrológica do curso d'água.

Por outro lado, o uso de técnicas estatísticas mais complexas exige um maior aperfeiçoamento do profissional que atua na área de recursos hídricos, o que pode inviabilizar o uso correto desse tipo de vazão. Além disso, o próprio conceito de período de retorno, de vazões mínimas de duração especificada e de estatística, de um modo geral, é de difícil compreensão para pessoas leigas. Esse fato dificulta a aproximação do usuário de água com a gestão da bacia, fundamental para o bom gerenciamento dos recursos naturais.

As vazões de permanência são de fácil compreensão para as pessoas leigas e o cálculo das primeiras é simples. Essas vazões vêm sendo utilizadas com grande frequência na gestão de recursos hídricos. O ponto fraco de seu uso é a pouca disponibilidade de ferramentas que possibilitem sua regionalização e a determinação de forma mais refinada. Assim, regiões com escassez de estações de monitoramento podem ser alvos de resultados errados quando da regionalização das vazões de permanência.

Desta forma, sempre que possível, deve-se utilizar vazões mínimas na proposição de critérios de outorga, já que as estações de monitoramento são escassas e as séries de vazões são curtas. Como as ferramentas para a regionalização e análise das vazões mínimas são mais poderosas, o critério de outorga será mais confiável.

Embora a análise acima aponte para o uso de vazões mínimas, neste estudo, foi utilizada a vazão de permanência de 95% no tempo como critério de disponibilidade. Tal escolha foi motivada, sobretudo, pela necessidade de se unificar todos os critérios de outorga a ser utilizados na bacia do rio São Francisco. Uma vez que o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco adotou a Q_{95} como critério, é natural utilizar este mesmo índice nas sub-bacias afluentes.

21.2 – Vazão ecológica

A vazão ecológica é aquela vazão mínima que permite a sobrevivência dos organismos aquáticos. No Brasil, não há nenhum estudo que aponte, de forma confiável, qual método deve ser escolhido para o cálculo dessa vazão. Têm-se usado métodos desenvolvidos para países com clima e ecologia completamente diferentes das condições brasileiras. Dessa forma, a aplicação direta desses métodos não fornece uma boa estimativa para a vazão ecológica.

Na falta de um método confiável para determinação da vazão ecológica, seguiu-se o método utilizado no Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco, ou seja, o método de Tennant. Este método foi desenvolvido a partir de observações sobre habitats e vazões feitas, durante 10 anos, nos estados americanos de Montana, Nebraska, e Wyoming. O método de Tennant é o segundo método mais utilizado para determinação de vazões mínimas em países desenvolvidos, seguindo o método IFIM, que não pode ser aplicado ao caso em questão pela falta de dados hidráulicos.

Segundo o método de Tennant, para vazões superiores a 30 % da vazão média anual, supõe-se que condições satisfatórias de profundidades, larguras e velocidades são atingidas. Vazões correspondentes a menos de 10 % da vazão média anual caracterizariam uma situação crítica para os organismos aquáticos, pois haveria dificuldade de passagem em trechos dos rios, e excessiva concentração de peixes em trechos localizados. Dessa forma, utilizou-se o patamar de 10% da Q_{mlt} como critério de vazão ecológica.

A tabela a seguir mostra a vazão ecológica para cada estação fluviométrica utilizada no estudo. São mostradas, também, as porcentagens das vazões de referência em relação à vazão ecológica.

Tabela 89 – Vazão ecológica por estação fluviométrica

Código	Nome	Curso d'água	Q_{mlt} (m^3/s)	Q_{eco} (m^3/s)	% da vazão de referência		
					$Q_{7,10}$	Q_{90}	Q_{95}
42250000	Fazenda Limoeiro	Rio Claro	8,20	0,82	66%	69%	81%
42251000	Fazenda Córrego do Ouro	Rio Escuro	31,80	3,18	79%	79%	93%
42255000	Fazenda Nolasco	Rio Ribeirão Santa Isabel	3,19	0,32	44%	46%	54%
42257000	Barra do Escurinho	Ribeirão Escurinho	28,80	2,88	68%	67%	79%
42290000	Ponte da BR-040	Rio Paracatu	82,10	8,21	62%	60%	71%
42365000	Ponte da BR-040	Rio do Prata	38,90	3,89	58%	57%	67%
42395000	Santa Rosa	Rio Paracatu	165,00	16,50	81%	76%	91%
42435000	Fazenda Barra da Égua	Ribeirão Barra da Égua	18,60	1,86	52%	54%	63%
42440000	Fazenda Poções	Ribeirão São Pedro	10,30	1,03	144%	74%	87%
42460000	Fazenda Limeira	Rio Preto	66,50	6,65	76%	55%	64%
42490000	Unaf	Rio Preto	76,70	7,67	60%	42%	48%
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	Rio Preto	86,10	8,61	60%	42%	48%
42545002	Fazenda Roncador	Ribeirão Roncador	5,21	0,52	144%	51%	62%
42545500	Fazenda "O" Resfriado	Ribeirão Roncador	8,55	0,86	79%	48%	58%
42546000	Fazenda Santa Cruz	Salobro	7,17	0,72	103%	52%	63%
42600000	Porto dos Poções	Rio Preto	112,00	11,20	52%	33%	38%
42645000	Fazenda Rio Verde	Rio Verde	7,25	0,73	39%	32%	38%
42690001	Porto da Extrema	Rio Paracatu	327,00	32,70	55%	49%	57%
42750000	Caatinga (ANEEL/CEMIG)	Rio Paracatu	337,00	33,70	55%	48%	57%
42840000	Veredas	Rio Santo Antônio	3,43	0,34	56%	60%	71%
42850000	Cachoeira das Almas	Rio do Sono	64,30	6,43	134%	72%	86%
42860000	Cachoeira do Paredão	Rio do Sono	58,70	5,87	102%	52%	61%
42930000	Porto do Cavalo	Rio Paracatu	478,00	47,80	69%	55%	64%
42980000	Porto Alegre	Rio Paracatu	429,00	42,90	62%	48%	57%
Foz do rio Paracatu			495,55	49,55	68%	52%	61%

Nota-se que a vazão ecológica calculada pelo método de Tennant supera, em vários pontos, a $Q_{7,10}$. Pode-se supor que o método de Tennant superestima as vazões ecológicas para a bacia, embora não se tenham meios de identificar esse fato. Vale salientar que a identificação da vazão ecológica de forma mais precisa só é possível através de estudos específicos da

ecologia fluvial da bacia. De uma forma global, a vazão ecológica se igualou ao atual critério de vazão remanescente utilizado no estado (70% de $Q_{7,10}$).

21.3 – Vazão disponível para outorga

Dada a imprecisão do cálculo da vazão ecológica em determinados pontos da bacia, determinou-se a vazão disponível para outorga, bem como o critério para vazão outorgável, de forma global, considerando-se a totalidade da bacia.

A vazão disponível para outorga é vazão remanescente em um ponto de um curso d'água descontada a vazão ecológica. Para a bacia do rio Paracatu, em seu exutório, tem-se:

$$Q_{out} = Q_{95} - Q_{eco}$$

$$Q_{out} = 72,37 - 49,55 = 22,82 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Comparando a vazão disponível para outorga com a demanda prevista para o horizonte de 2015, têm-se duas situações:

1 – Se se considerar a demanda calculada pelos dados do ONS (12,59 m³/s), a situação da bacia é bastante confortável e não haverá problemas quanto à quantidade de água a ser captada;

2 – Se se considerar a demanda calculada pelos dados de outorga do IGAM (62,25 m³/s), a situação da bacia passa a ser bastante crítica. A vazão disponível não é suficiente para atender nem mesmo à demanda em 2004, e, em 2015, haverá impedimentos quanto à vazão a ser outorgada, configurando uma condição de conflito pelo uso da água na bacia.

Embora a demanda real só possa ser conhecida após um cadastro amplo do uso de água na bacia, pode-se considerar que a demanda calculada pelo ONS subestima a real demanda, enquanto os dados de outorga a superestimam. Admitindo que a vazão ecológica calculada aqui reflita a realidade da bacia pode-se sugerir como critério de outorga o atual critério utilizado no estado, ou seja, 30% de $Q_{7,10}$. Do que foi exposto, verifica-se que a bacia tem capacidade de suprir as demandas de água até 2015.

21.4 – Alocação de água

Uma forma de se evitar o surgimento de conflitos pelo uso da água é pela alocação do recurso disponível nas várias partes da bacia. Como foi visto, a bacia do rio Paracatu tem disponibilidade hídrica para atender as demandas até o ano de 2015. No entanto, o atendimento total da demanda só é possível se a mesma for distribuída ao longo da bacia.

De forma a se levar em consideração a demanda e a capacidade de produção de vazão de cada parte da bacia, dividiu-se a área em quatro regiões. A Figura 72 mostra a divisão sugerida. Para cada região, têm-se as seguintes características:

Tabela 90 – Características das regiões de alocação de água

Região	Área (km ²)	% Área	Qout (m ³ /s)	%Qout
I	10.700	23,9%	9,16	11,9%
II	9.229	20,6%	47,19	61,5%
III	11.200	25,0%	14,76	19,2%
IV	13.680	30,5%	5,621	7,3%
Total	44.809	100%	76,731	100,0%

Na Tabela 90, %Área é a porcentagem da área da região em relação à área total da bacia que, indiretamente, representa a capacidade de produção de vazão da região e %Qout é a porcentagem de vazão outorgada em relação à vazão outorgada total que, indiretamente, representa a demanda de água da região. Um critério que leva em consideração, tanto a demanda, quanto à capacidade de produção de vazão, é a média entre os parâmetros %Área e %Qout.

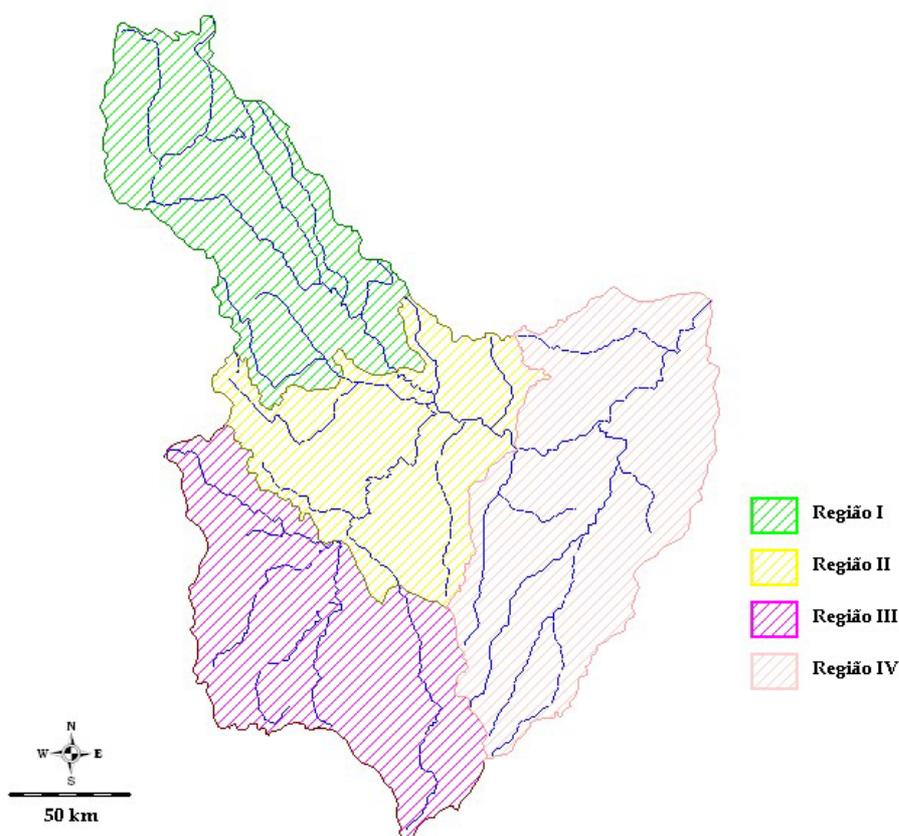


Figura 72 – Regiões utilizadas para a alocação de água

Levando-se em consideração o índice proposto acima e a disponibilidade hídrica total (22,82 m³/s), tem-se a seguinte distribuição de vazão na bacia:

Tabela 91 – Alocação de água por região da bacia

Região	Ia	Q _{disp} (m ³ /s)
I	18%	5,75
II	41%	13,18
III	22%	7,10
IV	19%	6,08
Total	100%	32,10

O índice Ia é a média entre %Área e %Qout, respectivamente a porcentagem da área de drenagem da região em relação à área total da bacia do rio Paracatu e a porcentagem de vazão outorgada na região em relação à vazão total outorgada na bacia do rio Paracatu. Vale salientar que a distribuição sugerida não engloba importantes fatores inerentes à demanda hídrica, quais sejam:

- Susceptibilidade agrícola de cada região
- Vocação econômica
- Infra-estrutura local

21.5 – Cadastro de usuários

Foi realizado o cadastro de usuários da bacia, no período de maio a outubro de 2005, pela FUNDECIT/CODEVASF. Foram cadastrados 4.770 usuários. Sugere-se a amplia o deste cadastro, visando à regulariza o dos usos, por meio da proposta a seguir.

Conforme visto nos itens anteriores, o gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia, bem como o planejamento de interven es futuras, depende do conhecimento da disponibilidade hídrica da mesma. Tal parâmetro é definido a partir de uma vazão de referência legal e dos usos feitos ao longo dos mananciais da bacia.

A vazão de referência deve ser definida a partir de estudos ambientais da fauna e da flora. Tais estudos definem a vazão mínima que deve permanecer no curso d'água para manter o meio ambiente local em condi es estáveis. A disponibilidade hídrica, por sua vez, deve ser definida de modo que todos os usos de recursos hídricos não comprometam a vazão mínima remanescente. Ou seja, a disponibilidade hídrica é dada pela vazão de referência (percentuais de Q_{7,10}, Q_{90%}, Q_{95%} ou outros parâmetros hidrológicos), subtraída de todos os usos feitos na bacia.

Dessa forma, é de fundamental importância o cadastramento dos usuários de água, de modo a permitir o estabelecimento dos usos e necessidades de água da bacia. O cadastramento de usuários de água deve abranger todos os usos, independentemente se os usuários estão em condi o legal ou não com a legisla o vigente. O banco de dados do IGAM consta somente os usuários que procuraram o poder público de forma a regularizar o uso de água feito.

Uma forma de cadastro que se mostra eficiente é aquela em que os próprios usuários procuram as instituições governamentais para declararem o uso da água. Esta forma de cadastro foi utilizada nas bacias dos rios Paraíba do Sul, Verde Grande, dentre outras, com grande sucesso. Portanto, no que se refere à proposta de cadastramento para a bacia do rio Paracatu, serão utilizadas as experiências acumuladas na bacia do rio Paraíba do Sul, sintetizadas no estudo “Governabilidade dos Recursos Hídricos no Brasil: A implementação dos Instrumentos de Gestão na Bacia do Rio Paraíba do Sul”, de Dilma Seli Pena Pereira (ANA, 2003).

Assim como no caso da bacia do rio Paraíba do Sul, o processo de regularização dos usos deve ser declaratório, ou seja, por meio de auto-cadastramento, a exemplo de como é feito com o imposto de renda, e obrigatório, no sentido de convocar todos os usuários por meio de legislação competente. O auto-cadastramento deve ser subsidiado por uma ampla divulgação na mídia falada, escrita e televisiva, de modo a orientar os usuários sobre os procedimentos e vantagens da regularização do uso deste recurso. Além disso, deve ser disponibilizado um sistema informatizado de informação e apoio ao usuário para o cadastramento. Desta forma, assim como no rio Paraíba do Sul, espera-se que uma campanha publicitária abrangente e um sistema de cadastramento via Internet possibilite que todos os usuários regularizem seu uso e se integrem à gestão dos recursos hídricos da bacia.

As informações oriundas do cadastramento devem permitir que o mesmo se torne um requerimento de outorga. Assim, devem ser elaborados formulários de cadastramento em que o usuário dê as informações que permitam a caracterização de seu uso e permitam ao órgão gestor o planejamento de intervenções e o gerenciamento dos recursos. Pelo fato do cadastramento vir a ser um requerimento e este, por sua vez, ser um ato basicamente declaratório, o requerente/usuário é responsável pela exatidão das informações prestadas. Para a identificação do usuário, avaliação da pertinência do uso requerido, eventual estimativa de uso e embasamento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos e outros instrumentos de gestão, devem ser solicitadas as seguintes informações:

- Informações cadastrais do usuário (empresa pública, serviço autônomo, empresa, nome, endereço, CPF/CNPJ, etc.);
- Informações relativas ao sistema de abastecimento ou esgotamento (localidades, população atendida, período de concessão, etc.), bem como a finalidade do uso (captação para abastecimento e/ou diluição de efluentes urbanos), no caso do setor de saneamento básico;
- Dados relativos à atividade industrial (tipologia, número de empregados, produção industrial atual e futura, etc.) para os setores industrial e de mineração;
- No caso do setor agrícola e de criação de animais, informações relativas ao empreendimento (área, culturas, produção agrícola, sistema de irrigação, tipo de criação, produção animal, etc.);
- Localização do(s) ponto(s) de intervenção (captação ou lançamento), tipo e nome do corpo hídrico;
- Vazões de captação atuais e vazões de captação estimadas para o fim de plano do empreendimento;
- Vazões efluentes atuais lançadas nos corpos hídricos;
- Vazões efluentes tratadas;

- Tipo e eficiência do sistema de tratamento;
- Cargas poluentes lançadas atualmente.

21.6 – Usos de pouca expressão

Segundo a Deliberação Normativa nº 09 de 2004, que define os usos de pouca expressão ou insignificantes do ponto de vista hidrológico, não necessitam de outorga os seguintes usos:

- Captações superficiais inferiores a 0,5 l/s ;
- Acumulações de água com volume inferior a 3.000 m³.

21.7 – Prioridades de uso

A Lei nº 13.199 de 29 de Janeiro de 1999 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos em seu art. 3º I diz:

“ Na execução da Política Estadual de Recursos Hídricos, serão observados:

I – o direito de acesso de todos aos recursos hídricos, com prioridade para o abastecimento público e a manutenção dos ecossistemas”

O abastecimento público deve ser entendido como todo consumo humano e abastecimento para a subsistência. Dentre os demais usos (irrigação, consumo industrial, consumo agropecuário...), não pode haver prioridade de nenhum deles, sob pena de se favorecer determinados usuários, o que iria contra aos fundamentos da Política Federal e Estadual de Recursos Hídricos. Neste caso, o ideal seria promover a alocação de água via políticas setoriais de desenvolvimento.

A manutenção dos ecossistemas deve ser garantida através da definição da vazão mínima residual e, por consequência, através da definição do critério de outorga a ser utilizado na bacia. Como visto anteriormente, a definição da vazão mínima residual carece de estudos mais amplos. Portanto, recomenda-se que se realizem estudos ambientais, de forma a determinar a vazão mínima em cada curso d'água para a manutenção do meio ambiente local. Além disso, para a determinação das prioridades de uso, bem como da alocação de água, faz-se necessário a realização do cadastramento de todos os usuários da bacia.

21.8 – Metas de racionalização de uso

Sugere-se a otimização dos sistemas de irrigação, por meio de tecnologias poupadoras de água (tais como o gotejamento e a aspersão), visando ao uso racional da água. Espera-se, portanto, que, até 2015, no horizonte final deste Plano, os sistemas de irrigação tornem-se adequados à necessária racionalização de uso da água, por meio das ações de educação ambiental dentre outras estabelecidas no Plano de Ação para a revitalização e conservação hidroambiental da bacia.

Recomenda-se a alteração da configuração produtiva com a substituição do plantio de grãos por culturas que exijam menos água. Recomenda-se, ainda, que as concessionárias de serviços de água promovam programas de redução de perdas em seus sistemas de abastecimento de água, pois estima-se que o desperdício de água nos sistemas públicos de abastecimento seja de 45% do volume ofertado. Para a redução dessas perdas, são necessários programas que envolvam fiscalização de ligações clandestinas, substituição de redes velhas, manutenção de hidrômetros, pesquisas de vazamento, entre outros procedimentos. Espera-se, também, que até 2015, sejam realizados vários programas neste sentido.

22 – ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARACATU

22.1 – Introdução

O avançado processo de degradação do meio ambiente, decorrente da utilização excessiva dos recursos naturais e da falta de planejamento no desenvolvimento das atividades antrópicas, cria uma sobrecarga nos recursos hídricos, contribuindo para diminuir a quantidade e qualidade destes recursos (Stacciarini, 2002; Cruz, 2003). Para reverter este quadro, os esforços realizados pelos órgãos de controle ambiental caminham no sentido de uma gestão participativa e racional da bacia hidrográfica, com o intuito de assegurar a qualidade das águas e de diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

O enquadramento dos corpos de água é um dos instrumentos das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, que visa estabelecer metas de qualidade para os corpos de água, a fim de assegurar os usos preponderantes³. Conforme versa a Resolução CONAMA n.º 357/2005, a elaboração do enquadramento dos corpos de água deve ser feita de forma participativa e descentralizada, estando, portanto, de acordo com as expectativas e necessidades dos usuários. A sua implantação deve ser efetuada no âmbito da bacia hidrográfica, sendo o respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH, no caso o CBH-Paracatu), responsável pela sua aprovação.

Esse instrumento está relacionado às metas de qualidade de água pretendidas para um corpo hídrico (o rio que queremos) e, não necessariamente, às condições atuais do mesmo (o rio que temos). Para atingir a qualidade futura, ou seja, o rio que queremos, devem ser propostas medidas de mitigação dos impactos instalados, a fim de se obter uma qualidade de água compatível com os usos estabelecidos e pretendidos em uma região. A identificação das condições atuais da qualidade da água e dos usos preponderantes da bacia auxilia na definição das metas, ou seja, no caminho que se deve trilhar até se atingir a qualidade de água desejável.

O enquadramento dos corpos de água em classes, de acordo com o uso preponderante, e em conformidade com a Resolução CONAMA n.º 357/2005, classifica as águas doces em cinco classes, como apresentados na Tabela 92. Desta forma, fundamentado no mapeamento do uso preponderante, define-se a classe condizente com o uso atual ou pretendido dos corpos de água.

³ Usos preponderantes, segundo a Resolução CONAMA n.º 357, é o conjunto de usos, atuais e futuros, da água de um determinado trecho hídrico, com relevâncias econômicas, sociais e ambientais.

CLASSE	COR	USOS POSSÍVEIS
ESPECIAL		Abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticas em unidades de conservação de proteção integral.
1		Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário (nadar); À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo; À proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
2		Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário; À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; À aqüicultura e à atividade de pesca.
3		Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; À pesca amadora; À recreação de contato secundário; À dessedentação de animais.
4		À navegação; À harmonia paisagística.

Tabela 92: Classificação dos corpos de água segundo Resolução CONAMA no. 357/2005.

O enquadramento dos corpos de água merece destaque, pois possibilita compatibilizar os usos múltiplos dos recursos hídricos superficiais de acordo com a qualidade ambiental pretendida para os mesmos, com o desenvolvimento econômico, auxiliando no planejamento ambiental de bacias hidrográficas e no uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, fornece subsídios a outros instrumentos da gestão de recursos hídricos, tais como a outorga e a cobrança pelo uso da água, de modo que, quando implementados, tornam-se complementares, propiciando às entidades gestoras de recursos hídricos, mecanismos para assegurar a disponibilidade quantitativa e qualitativa das águas.

Segundo Leeuwestein e Monteiro (2000), o enquadramento deve ocorrer em conformidade com os Planos de Recursos Hídricos Estadual, Distrital, Regional e Nacional, ou com base em estudos específicos, propostos e aprovados pelas respectivas instituições competentes do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos.

A Resolução CNRH nº 12/2000 institui as diretrizes básicas para os procedimentos metodológicos de enquadramento dos corpos hídricos. Segundo esta resolução, os procedimentos de enquadramento devem compreender as seguintes etapas: diagnóstico e prognóstico do uso e ocupação do solo, elaboração da proposta e aprovação do enquadramento e respectivos atos jurídicos.

No período de 1993 a 1998, o enquadramento dos corpos de água de Minas Gerais era realizado pela Fundação Estadual de Minas Gerais (FEAM), que, fundamentando-se em estudos técnicos, classificava os corpos de água segundo os usos preponderantes. Neste

período, priorizou-se o enquadramento das seguintes bacias: Piracicaba, Velhas, Paraopeba, Verde, Paraibuna, Pará e Gortuba. Com o advento da Lei nº 13.199/1999, que estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água foi estabelecido como instrumento da gestão de recursos hídricos. A Agência Nacional de Águas (ANA), em reunião da Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos, realizada em março de 2005, propôs as seguintes recomendações sobre os procedimentos de enquadramento dos corpos de água:

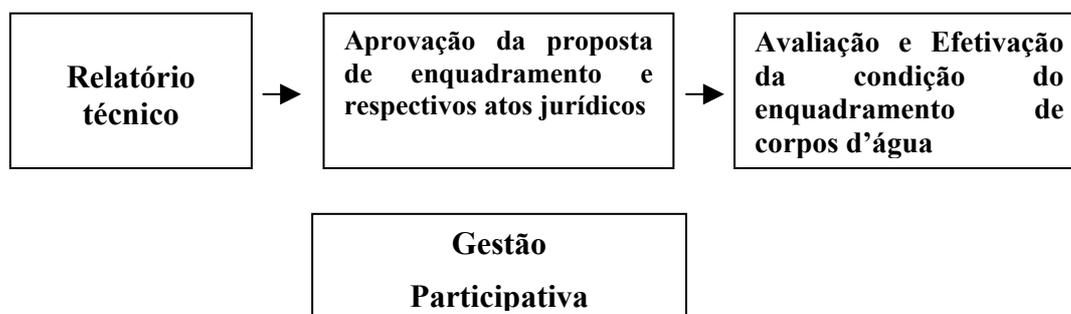
- Inclusão do enquadramento na elaboração dos planos de bacias;
- Necessidade da capacitação técnica dos órgãos gestores para elaboração dos estudos de enquadramento;
- Promover a adequação da Resolução CNRH nº 12/2000, visando à simplificação dos procedimentos de enquadramento.

Considerando as recomendações anteriormente citadas, o enquadramento dos corpos de água foi inserido no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu, visando a agilizar a sua efetivação.

22.2 – Metodologia

Em conformidade com o Ministério do Meio Ambiente, que estabelece diretrizes para os procedimentos de enquadramento através do documento “Procedimentos técnicos para enquadramento de corpos d’água”, de Leeuwstein e Monteiro (2000), e com a Resolução do CNRH nº 12/2000, a metodologia adotada compreende as seguintes etapas: elaboração do relatório técnico, aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos e, por fim, avaliação e efetivação do enquadramento de corpos de água (Figura 73).

Figura 73 – Síntese metodológica do enquadramento dos corpos de água da bacia do rio Paracatu



O relatório técnico contempla o diagnóstico e prognóstico do uso e ocupação do solo, que serve de base para a proposta de enquadramento. A etapa de diagnóstico baseia-se no levantamento de informações referentes à caracterização sócio-ambiental da bacia hidrográfica do rio Paracatu, enquanto o de prognóstico busca estimar a disponibilidade e demanda futura dos recursos hídricos. O prognóstico é realizado a partir da análise de dados da evolução da distribuição das populações, atividades econômicas, uso e ocupação do solo, disponibilidade e demanda de água.

A etapa de aprovação da proposta de enquadramento e seus respectivos atos jurídicos será realizada por meio de audiências públicas, convocadas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Paracatu (CBH-Paracatu). Nestas audiências, serão discutidas cada alternativa de enquadramento, assim como seus benefícios socioeconômicos e ambientais, além do plano de medidas, intervenções, implementação, custos e prazos decorrentes. A fase de avaliação da condição e efetivação do enquadramento de corpos de água busca adotar providências visando à implantação e acompanhamento das metas estabelecidas.

Das recomendações feitas na Resolução do CNRH n° 12/2000, relativa aos procedimentos técnicos do enquadramento, foram contemplados os seguintes itens: levantamento das legislações e propostas de enquadramento existentes, diagnóstico dos usos preponderantes atuais, identificação dos corpos de água em unidades de conservação, diagnóstico da condição atual da qualidade hídrica e identificação das fontes de poluição. Mostrou-se necessária a introdução de duas novas etapas para o cumprimento do objetivo proposto, sendo elas: a priorização dos corpos de água a ser enquadrados e a realização das oficinas de enquadramento. Todas as etapas que subsidiaram a proposta de enquadramento serão descritas a seguir.

22.2.1 – Aquisição de dados

Para o enquadramento dos corpos de água da bacia do Paracatu, realizou-se um levantamento cartográfico e bibliográfico em vários órgãos, como por exemplo, no Instituto Estadual de Florestas (IEF), na Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), nos Sistemas de Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE's), no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM), entre outros órgãos.

A identificação dos usos preponderantes apoiou-se, principalmente, nas informações obtidas no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu (PLANPAR, 1996), no diagnóstico sócio-ambiental da bacia (IGAM, 2005), no banco de dados de outorga (IGAM, 2005), no mapa de uso e cobertura do solo (IGAM, 2005), nos empreendimentos licenciados pelo IEF (2005) e FEAM (2005), nas informações levantadas em campo (2005) e nas oficinas de enquadramento (2005).

22.2.2 – Aspectos legais e propostas de enquadramento existentes

As diretrizes legais que nortearam os procedimentos metodológicos adotados foram extraídas de legislações em conformidade com as Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, estando as mesmas especificadas a seguir:

1. Lei n° 6.938, de 2 de setembro de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

2. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos;
3. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e estabelece o enquadramento dos corpos de água como um instrumento de gestão.
4. A Resolução CNRH 12, de 19 de julho de 2000, que pontua as diretrizes básicas sobre os procedimentos metodológicos necessários para o enquadramento dos corpos de água, assim como define as competências para elaborar e aprovar a proposta.
5. A Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
6. A Deliberação Normativa COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986, que estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências. Em função da Resolução CONAMA nº 357/2005, esta DN está sendo revista, por intermédio de Grupo de Trabalho, com prazo de consolidação previsto para dezembro de 2005.

O rio Paracatu e um de seus principais afluentes, o rio Preto, foram enquadrados, anteriormente, às Leis nº 9.433/97 e 13.199/99, na totalidade de suas extensões, pela Portaria do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) nº 715, de 20 de setembro de 1989 (Figura 74), com base em estudos realizados pelo Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CEEIVASF, 1989).

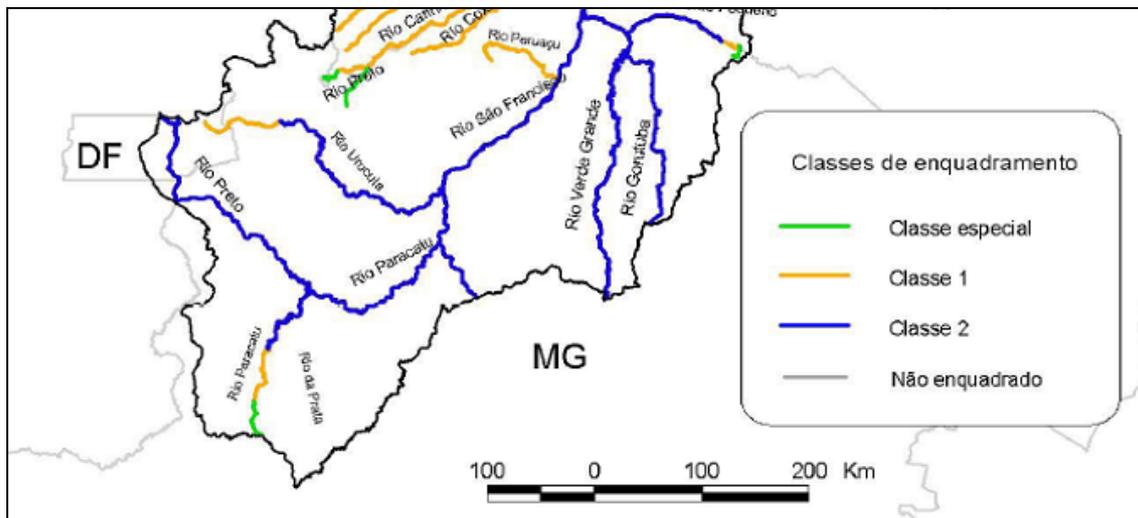


Figura 74: Enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica do São Francisco (IBAMA, 1989).

Em 2004, a Agência Nacional de Águas (ANA) incorporou o enquadramento do rio Preto e do rio Paracatu proposto pelo IBAMA (1989) no Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013). Desta forma, os rios Preto e Paracatu seriam enquadrados, de acordo com os usos preponderantes, nas seguintes classes:

Rio Preto - Classe 2: da nascente até a sua foz no rio Paracatu.

Rio Paracatu - Classe Especial: da nascente até a confluência com o Ribeirão Manabuiú;

Classe 1: da confluência com o Ribeirão Manabuiú até a confluência com o rio Escuro;

Classe 2: da confluência com o rio Escuro até a sua foz no rio São Francisco.

Esta proposta foi aprovada pelo Comitê do São Francisco. Entretanto, ainda não foi apresentada ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e nem ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).

22.2.3 – Embasamento teórico

Para maiores esclarecimentos, tornam-se necessárias algumas considerações conceituais a respeito do enquadramento, de acordo com o método desenvolvido pela FEAM, para possibilitar a compreensão de todo o processo:

- I. **Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas:** associa-se este tipo de uso a corpos de água localizados em áreas preservadas de unidades de conservação municipais, estaduais ou federais;
- II. **Proteção das comunidades aquáticas:** este tipo de uso está relacionado a corpos de água que apresentam condições razoáveis de cobertura vegetal e mata ciliar, localizadas em regiões de nascentes e naquelas de menor pressão sobre os recursos hídricos, e onde é identificada a presença significativa de fauna aquática, especificamente peixes;
- III. **Priorização de mananciais:** a partir do levantamento dos usos das águas, da localização cartográfica e adotando-se a hierarquia definida pela DN nº 10/86, são identificados e priorizados os mananciais a ser enquadrados;
- IV. **Delimitação de trechos:** o trecho é caracterizado como o segmento do rio que reflete todos os acontecimentos ocorridos em sua área de drenagem. Para a delimitação dos trechos, são relevantes os usos atuais e futuros, e devem ser considerados: a) os limites de sub-bacias, b) a confluência de cursos d'água, c) os barramentos, d) os limites de unidades de conservação, e) as derivações.

Os seguintes conceitos sobre o enquadramento dos corpos de água também são necessários:

- I. **Trecho jusante:** os trechos onde não foram identificados usos atuais e futuros devem receber, no mínimo, o enquadramento (classe) do trecho onde deságuam (a jusante), para se evitar interferências negativas na qualidade de suas águas;
- II. **Contribuição positiva:** os trechos que possuem problemas de qualidade e quantidade de água podem ser melhorados por intermédio de afluentes enquadrados em uma classe superior, capazes de promover uma contribuição positiva após a sua confluência;
- III. **Alternância de classe:** em determinadas situações de uso, em vista da contribuição positiva de afluentes, poderão ocorrer mudanças de classe em determinado trecho de curso d'água, tendo-se em vista uma melhor condição de qualidade.

Alguns outros aspectos desta resolução merecem ainda ser analisados, devido à importância como subsídio técnico para o gerenciamento dos recursos hídricos da bacia, sendo elas;

- O enquadramento dos corpos de água deve ser considerado não necessariamente no seu estado atual, mas nos **níveis de qualidade que deveriam possuir** para atender às necessidades da comunidade;
- As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em usos menos exigentes, desde que estes **não prejudiquem** a qualidade da água;
- O controle da poluição está diretamente relacionado à proteção da **saúde**, à garantia do **meio ambiente ecologicamente equilibrado** e à melhoria da **qualidade de vida**.

22.3 – Priorização de corpos d'água

Segundo Maciel Jr (2000), a definição de quais corpos de água devem ser priorizados para o enquadramento deve considerar, principalmente, os usos existentes e/ou potenciais. Essa priorização é necessária devido às dificuldades, em um primeiro momento, de se enquadrar todos os rios da bacia hidrográfica do Paracatu em função da sua área de abrangência (aproximadamente 42.000 km²), dos custos associados e do tempo necessário para realização de tal trabalho.

Considerando que a qualidade da água é resultante do tipo de uso e cobertura do solo estabelecidos em uma bacia hidrográfica e que, portanto, a qualidade das águas do rio Paracatu é influenciada diretamente por este fator nas áreas drenadas pelos seus principais afluentes, optou-se pela compartimentação da bacia hidrográfica do Paracatu em bacias de contribuição. Esse procedimento permite isolar e identificar a real contribuição (negativa ou positiva) de cada afluente na qualidade da água do rio Paracatu.

Para definição dos corpos de água que deveriam ser enquadrados, estabeleceram-se os critérios mínimos para a escolha das bacias de contribuição que seriam inicialmente priorizadas, sendo estes:

- Afluentes diretos do rio Paracatu;
- Contribuição significativa de fontes de poluição pontual e difusa;
- Área com usos conflitantes;
- Área com potencial hídrico significativo para o Paracatu.

Respeitando-se os critérios anteriormente citados, foram selecionadas as seguintes bacias de contribuição: rio Santa Catarina, rio Escuro, ribeirão Entre Ribeiros, rio Verde, córrego Rico, rio da Prata e rio do Sono (Figura 75). Nestas bacias de contribuição, foram selecionados os rios mais importantes, com contribuição positiva ou negativa na qualidade da água, e os mananciais de abastecimento conforme proposto no PLANPAR/96. O Ribeirão Santa Fé, apesar de não estar inserido em nenhuma bacia de contribuição anteriormente citada, foi enquadrado, por se tratar de um importante manancial de abastecimento da cidade de Santa Fé de Minas.

Entretanto, é importante salientar que o enquadramento deverá ser ampliado na atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, prevista para o ano de 2009. Desta forma, fica a cargo do CBH-Paracatu, avaliar e sugerir, juntamente com a comunidade local, quais corpos de água serão priorizados em um futuro procedimento de enquadramento.

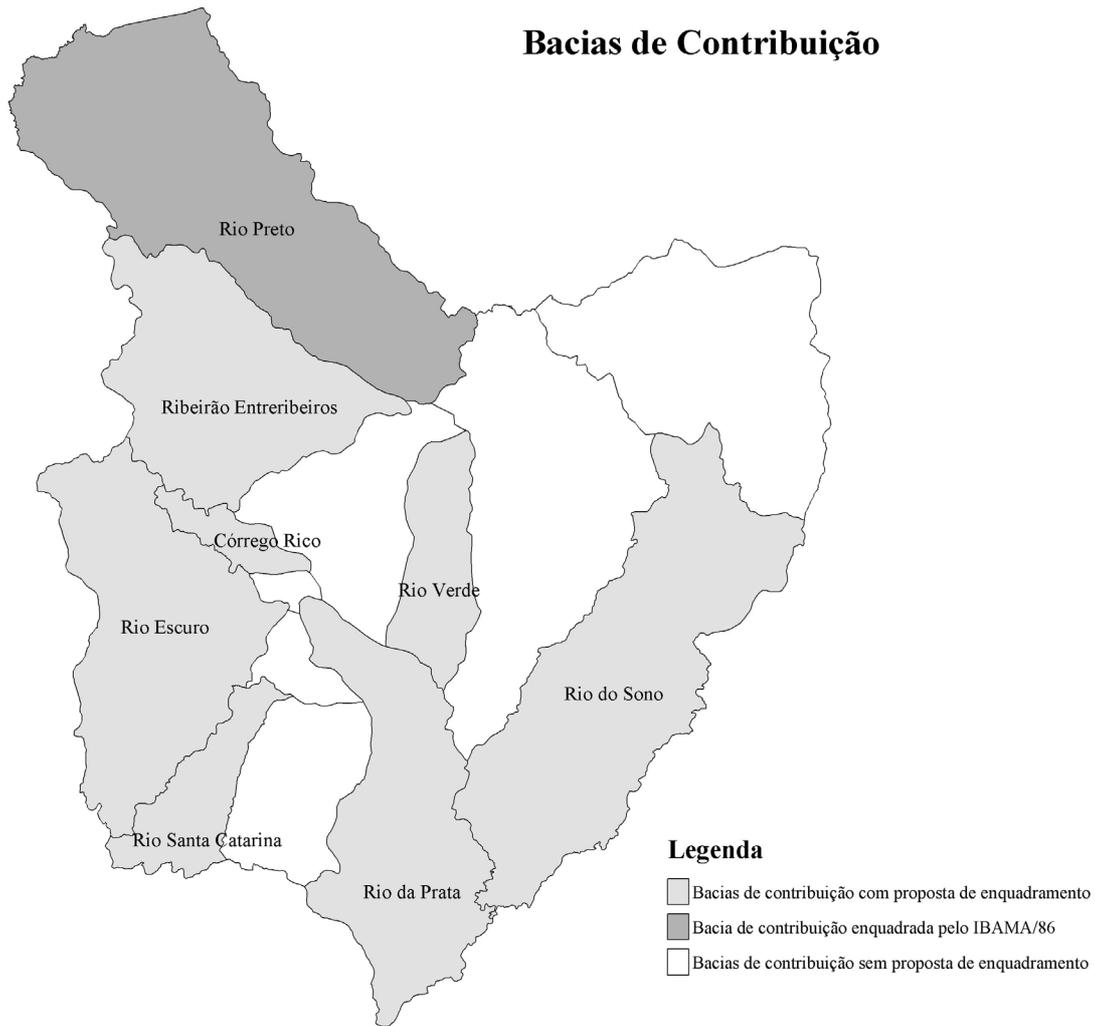


Figura 75: Bacias de contribuição priorizadas para o enquadramento.

22.4 – Identificação dos corpos de água em unidades de conservação

Segundo a legislação, as águas de classe especial se destinam à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. É vetado, portanto, qualquer tipo de lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuário, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes de poluentes, mesmo que tratados.

A Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000, classifica as unidades de conservação em duas categorias:

- Proteção integral – Destinadas à manutenção de ecossistemas livres de alterações causadas por interferência antrópica, admitindo-se apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. As unidades de conservação de proteção integral são as Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre;
- Uso sustentável – Compatibiliza a conservação do meio ambiente com o uso sustentável dos recursos naturais. As unidades de uso sustentável são as Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável, e Reservas Particulares do Patrimônio Nacional.

As áreas de proteção integral, destinadas à preservação das comunidades aquáticas, são geralmente associadas à classe especial. Portanto, a sua identificação é de grande relevância para determinar quais corpos de água deverão ser classificados desta forma. Na Tabela 93, são discriminadas todas as unidades de conservação encontradas na bacia, totalizando 12 unidades. Dessas, apenas cinco estão localizadas no mapa de unidades de conservação (Figura 76), juntamente com as veredas que são Áreas de Preservação Permanentes (APP).

O número reduzido de unidades de conservação e o intenso uso do solo encontrado na bacia dificultam a consolidação de proposta de enquadramento de alguns corpos de água em classe especial. Entretanto, a importância da preservação de áreas de nascentes, frente ao avançado processo de degradação, a exemplo do que ocorre no ribeirão dos Órfãos, requer mecanismos de proteção destas áreas.

Além disso, torna-se necessário a restrição do uso de áreas de veredas e de lagoas marginais presentes em várias regiões da bacia, devido à importância desses ambientes para a manutenção do equilíbrio dinâmica das comunidades aquáticas e terrestres e ao grau de degradação apresentada, como descrito neste plano no item “Qualidade ambiental da bacia”.

Denominação	Categoria	Legislação de Criação	Município	Área Total da UC (ha)
APA Cachoeiras de Guarda-Mor	APA	Lei nº 781, de 14/09/2001	Guarda-Mor	17.445
APE Santa Isabel e Espalha	APE	Dec. nº 29.587, de 08/06/89	Paracatu	21.600
APE Lapa Nova de Vazante	APE	Dec. nº 30.936, de 20/02/90	Vazante	75
Parque Pamflor Clarimundo Xavier da Silva	PAQM	Lei Municipal nº 2.093, de 02/07/96	Paracatu	75
Parque Mun. do Capão da Água Limpa	PAQM	Lei Municipal nº 028/83, de 16/06/83	João Pinheiro	5
Reserva do Acangaú	RPPN	Port. Nº 146/92 e 147/92	Paracatu	3.000
RPPN Fazenda Morro da Cruz das Almas	RPPN	Port. Nº 010-N de 22/01/1998 Averb17/11/98	Paracatu	73
RPPN Fazenda Vereda Grande	RPPN	Port. Nº 643 de 03/05/90	Presidente Olegário	2.995
RPPN Reserva Ecológica Fundação Roona Loures	RPPN	Port. Nº 16, de 17/03/2000	Unaí	300
RPPN Fazenda Carneiro	RPPN	Por. Nº 126, de 28/10/2003	Lagamar	484
APA Lagoas Marginais do Rio São Francisco e de seus Afluentes	APA	Lei nº 11.943, de 16 de outubro de 1995	Buritizeiro, Sta. Fé de Minas, Brasilândia de Minas, João Pinheiro, Paracatu	—

Tabela 93: Unidades de conservação localizadas na bacia do rio Paracatu.

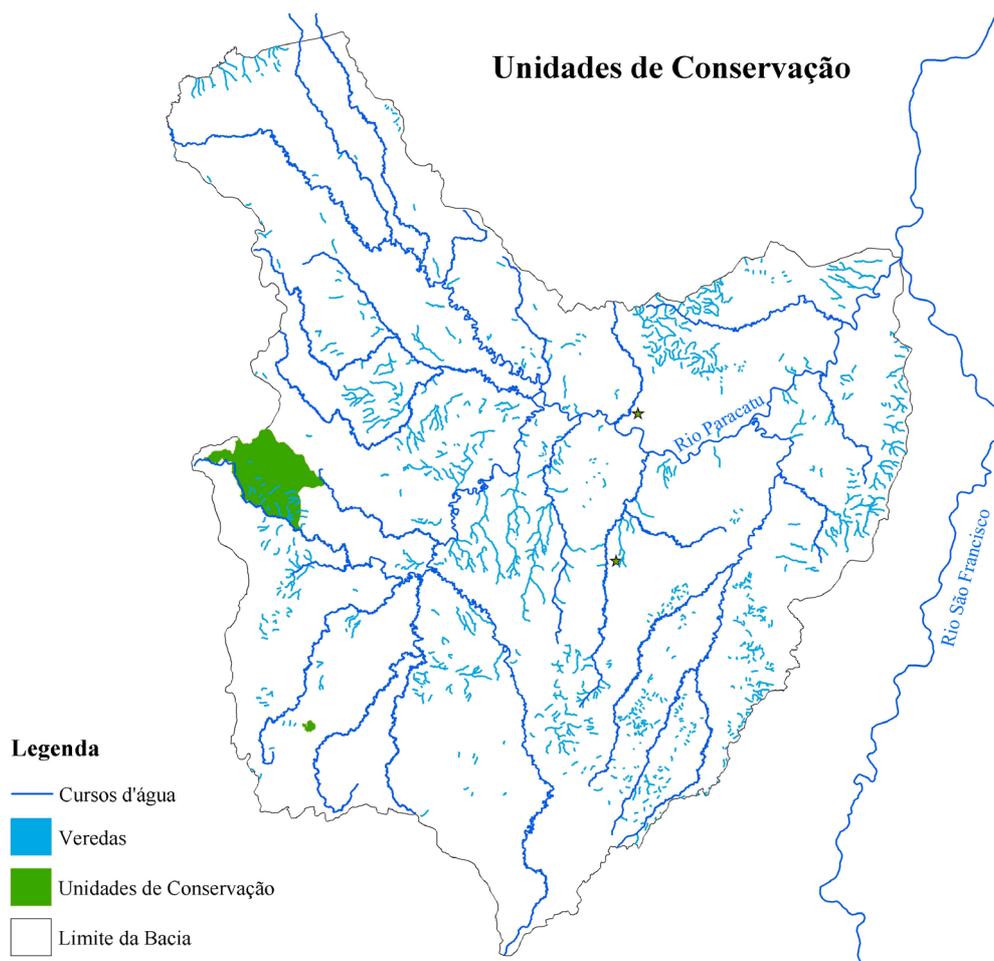


Figura 76: Mapa das unidades de conservação

22.5 – Diagnóstico da condição atual da qualidade da água dos corpos de água e identificação das fontes de poluição

A qualidade da água da bacia do rio Paracatu é monitorada pelo IGAM, por meio de uma rede de monitoramento composta por oito pontos de coleta de água para análises físico-químicas e biológica. (Figura 77). Segundo o “Diagnóstico do monitoramento físico-químico e bacteriológico da Bacia do Rio Paracatu”, apresentado neste Plano, os corpos de água avaliados na bacia, historicamente⁴, apresentam bons índices de qualidade. Entretanto, alguns parâmetros apresentam desconformidades para a classe 2, considerando a Resolução CONAMA nº 20/86, como pode ser observado na Tabela 94.

⁴ Os dados de qualidade de água utilizados neste trabalho são provenientes do monitoramento realizado pelo IGAM no período de 1997 à 2004.

PONTO	TRECHO	PARÂMETROS ALTERADOS
PT001	Rio da Prata a jusante da cidade de João Pinheiro	Turbidez, cor, fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais e manganês
PT003	Rio Paracatu a montante da foz do Rio da Prata	Cor, fosfato total, amônia NI, ferro solúvel e manganês
PT005	Córrego Rico a jusante da cidade de Paracatu	Fosfato total, coliformes totais e coliformes fecais
PT007	Rio Preto a jusante da cidade de Unaí	Turbidez, cor, fosfato total, Coliformes fecais, coliformes totais e manganês
PT009	Rio Paracatu a jusante de Brasilândia de Minas	Cor, fosfato tota e manganês
PT011	Rio do Sono próximo da sua foz no Rio Paracatu	Turbidez, cor, fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais e manganês
PT013	Rio Paracatu próximo de sua foz no Rio São Francisco	Turbidez, cor, fosfato total, cobre e manganês

Tabela 94: Parâmetros em desconformidade com a Resolução CONAMA 10/1986 do ano de 2004.

A desconformidade desses parâmetros de acordo com a Resolução CONAMA n.º 20/1986 está associada às intervenções antrópicas na bacia, que são responsáveis por gerarem resíduos, contaminando o sistema solo-água. A contaminação dos corpos de água na bacia ocorre, principalmente, devido à poluição difusa carregada pelo escoamento superficial até os corpos de água.

O desmatamento, as monoculturas de eucalipto, a pecuária extensiva, as minerações, a agricultura (irrigada e de sequeiro), o uso de fertilizantes e pesticidas agrícolas, o lançamento inadequado de resíduos sólidos, de efluentes industriais e domésticos e a falta de técnicas de manejo no uso do solo contribuem significativamente para a degradação dos corpos de água e, conseqüentemente, para a diminuição de sua quantidade e qualidade.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

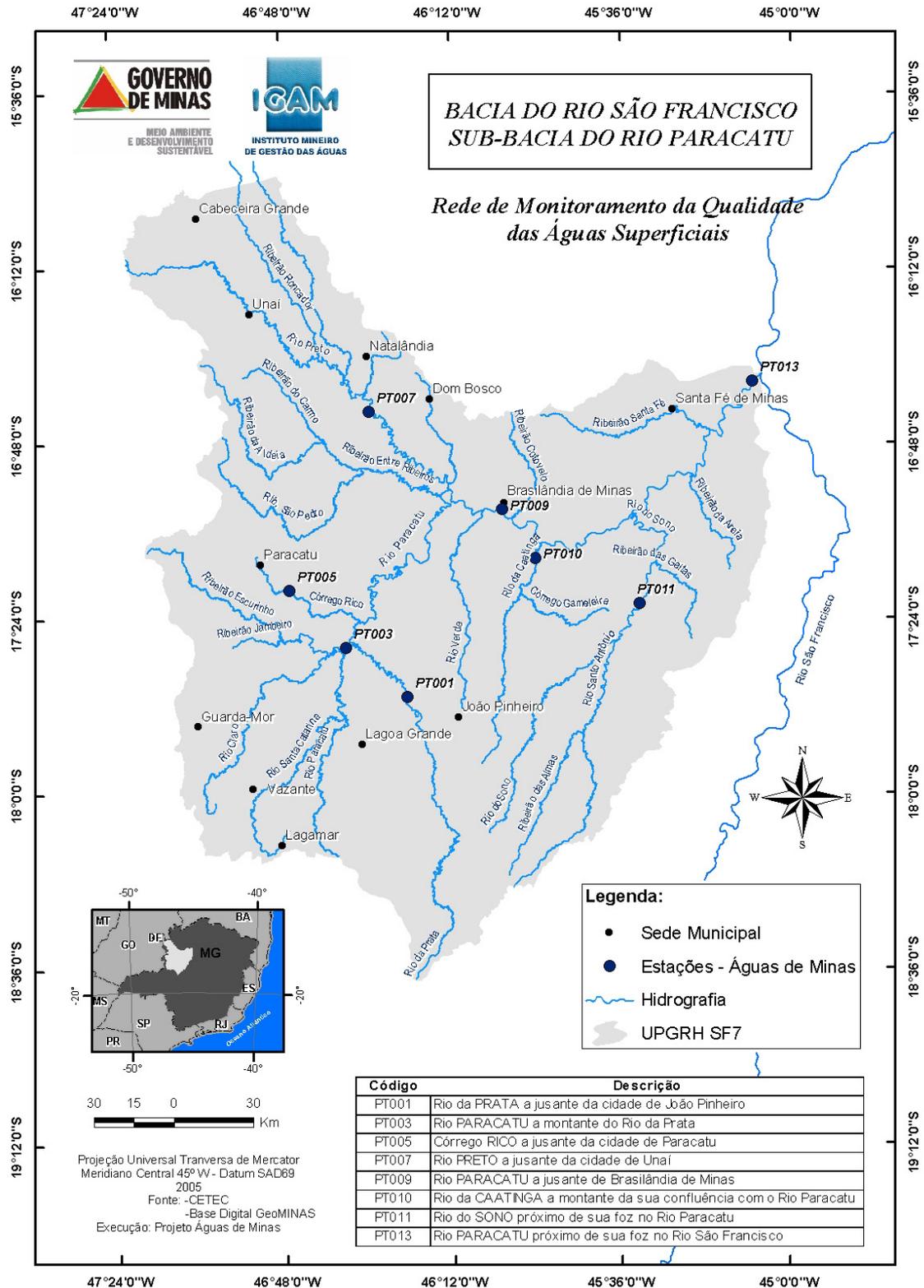


Figura 77: Estações de coleta de água do Projeto Águas de Minas.

O desmatamento em algumas áreas da bacia e a falta de técnicas de manejo no uso da terra, deixam o solo desprotegido e sujeito à ação da chuva e, conseqüentemente, ao início de processos erosivos, à disponibilização de sedimentos e ao assoreamento dos cursos d'água. Segundo Prato *et al.* (1989), Copper *et al.* (1987) e Logan (1995), as atividades agropecuárias constituem um dos principais fatores de degradação do solo, pois abrangem grandes extensões

de terra, sendo responsáveis pela disseminação da poluição difusa. A ausência de práticas conservacionistas e os usos excessivos de agrotóxicos e fertilizantes agravam ainda mais esses problemas, pois podem contaminar os corpos de água. A retirada da mata ciliar, barreira física que retém grande parte dos sedimentos e resíduos, facilita o processo de contaminação dos corpos d'água, potencializando a degradação deles.

As monoculturas de eucalipto acarretam mudanças na paisagem de extensas áreas, perda da biodiversidade da fauna e da flora, aumento no consumo de água e nutrientes, redução da matéria orgânica devido ao rápido crescimento do eucalipto, redução da fertilidade dos solos e elevado consumo de fertilizantes e de agrotóxicos. Além disso, a disposição do plantio das mudas facilita o escoamento superficial e, conseqüentemente, o transporte de sedimentos até os cursos d'água.

As áreas destinadas à pecuária contribuem negativamente para a qualidade da água através da disponibilização de sedimentos. O super-pastejo e a ausência de adubação são fatores determinantes para a degradação do solo, pois o excessivo pisoteio do gado contribui para a sua compactação e para a iniciação de focos erosivos (Dias e Griffith, 1988). A contaminação por coliformes fecais faz-se devido ao contato direto do gado com os corpos de água destinados à dessedentação dos animais. A utilização de veredas para a dessedentação de animais constitui um uso doméstico e agrícola e caracteriza-se como outro problema, pois estas constituem áreas de proteção permanente devido à sua importância para a manutenção da fauna e flora local e como importantes fontes de água.

Os lançamentos de efluentes domésticos e industriais, sem prévio tratamento, contaminam os corpos de água, contribuindo para o aumento do número de coliformes fecais e de metais pesados, respectivamente. Funcionando como fontes pontuais de poluição, estes efluentes podem comprometer severamente a qualidade da água também por meio da alteração dos parâmetros DBO e OD.

Em áreas de mineração, além dos resíduos que podem, tanto contaminar o solo, quanto à água, há ainda a disponibilização de sedimentos que são carregados pelo escoamento superficial até os corpos de água. A contaminação é feita através dos escoamentos superficial e sub-superficial, que contribuem para a alteração dos parâmetros como turbidez, cor e metais pesados.

Entretanto, dentre todas as atividades citadas, é difícil identificar apenas uma destas como responsável pelos processos de degradação instalados na bacia. O que se observa é que o conjunto de todas as atividades desenvolvidas, sejam elas mineração, agricultura, pecuária ou indústria, são responsáveis pela degradação em que se encontra a bacia do Paracatu.

22.6 – Diagnóstico dos usos preponderantes atuais

Para a identificação dos usos preponderantes atuais, foi criado um banco de dados sobre a bacia do rio Paracatu, contendo as seguintes informações:

- Outorgas concedidas pelo IGAM;
- Empreendimentos licenciados pela IEF;
- Empreendimentos licenciados pela FEAM;
- Unidades de conservação;
- Diagnóstico ambiental;

A sobreposição dessas informações em um Sistema de Informações Geográficas permitiu a elaboração do Mapa de Uso da Água (Anexo 6) com os usos preponderantes da bacia, que, juntamente com o Mapa de Uso e Cobertura do Solo (Anexo 7), consolidam o levantamento que fornece subsídio técnico para elaboração da proposta de enquadramento.

A seguir, são apresentadas, por bacias de contribuição, os usos preponderantes da água, as principais atividades desenvolvidas e os principais impactos, enfocando, principalmente, aqueles relacionados ao solo e à água.

22.6.1 – Rio Santa Catarina

Os usos preponderantes da água na bacia do rio Santa Catarina são o abastecimento para consumo humano, a dessedentação de animais e a irrigação de hortaliças consumidas cruas e de plantas frutíferas.

As principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia do rio Santa Catarina, além da agricultura irrigada, são: agricultura de sequeiro, pecuária extensiva e mineração. Estas atividades concentram-se, principalmente, na região do alto e médio curso do rio e causam problemas ambientais diversos, destacando-se o desmatamento e suas conseqüências diretas, como, por exemplo, a exposição do solo, a retirada de sedimentos e o assoreamento dos rios.

O esgoto doméstico da cidade de Lagamar (região do alto curso do rio) é lançado diretamente nos cursos d'água, comprometendo a qualidade da água. Já o esgoto da cidade de Vazante passou recentemente a ser tratado, o que deve contribuir para a melhoria da qualidade da água a jusante da cidade. A atividade minerária, localizada no médio curso do rio, a jusante da cidade de Vazante, é realizada pela Companhia Mineira de Metais (CMM).

Em comparação com as demais bacias analisadas, a do rio Santa Catarina é uma das mais preservadas (Figura 78). Entretanto, o uso intensivo no alto e médio curso do rio compromete as áreas de nascente.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

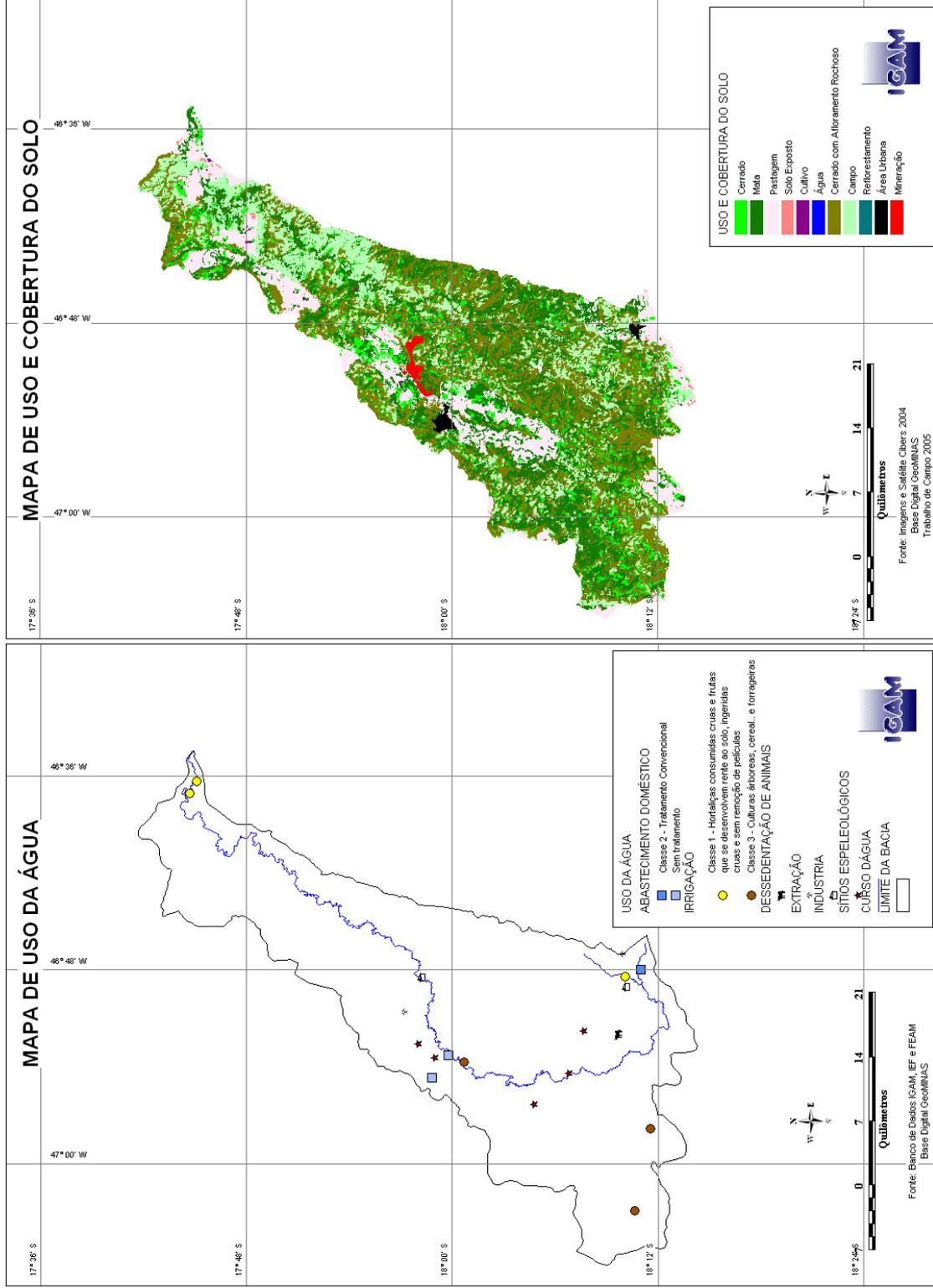


Figura 78: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da Bacia do Rio Santa Catarina.

22.6.2 – Rio Escuro

Os usos mais significativos de recursos hídricos na bacia são: a agricultura irrigada, com vários pontos de captação, principalmente ao longo do rio Escuro e de alguns afluentes como o ribeirão Arrenegado e o córrego Tabocas, e os sistemas de abastecimento público das cidades de Paracatu (rio Santa Isabel) e de Guarda-Mor (córrego Guarda-Mor).

O desmatamento é generalizado e ocorre, em muitos casos, para promover a abertura de novas áreas de cultivo e de pastagens, causando diversos problemas ambientais (Figura 79). A monocultura de eucalipto concentra-se na região baixa da bacia. A descaracterização das veredas para o uso da agricultura irrigada e para a dessedentação de animais são alguns dos problemas identificados na bacia. Há também o desenvolvimento de atividades de mineração realizadas pela Mineração Morro Agudo.

O uso intenso da região atingiu áreas que deveriam ser destinadas à preservação, como a Área de Proteção Especial Santa Isabel, as veredas e as nascentes. A ausência de estações de coleta para a análise de água inviabiliza a avaliação das condições da qualidade da água nesta bacia. Entretanto, em função dos usos estabelecidos, acredita-se que os problemas apresentados devem ser os mesmos identificados em outras partes da bacia do rio Paracatu.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

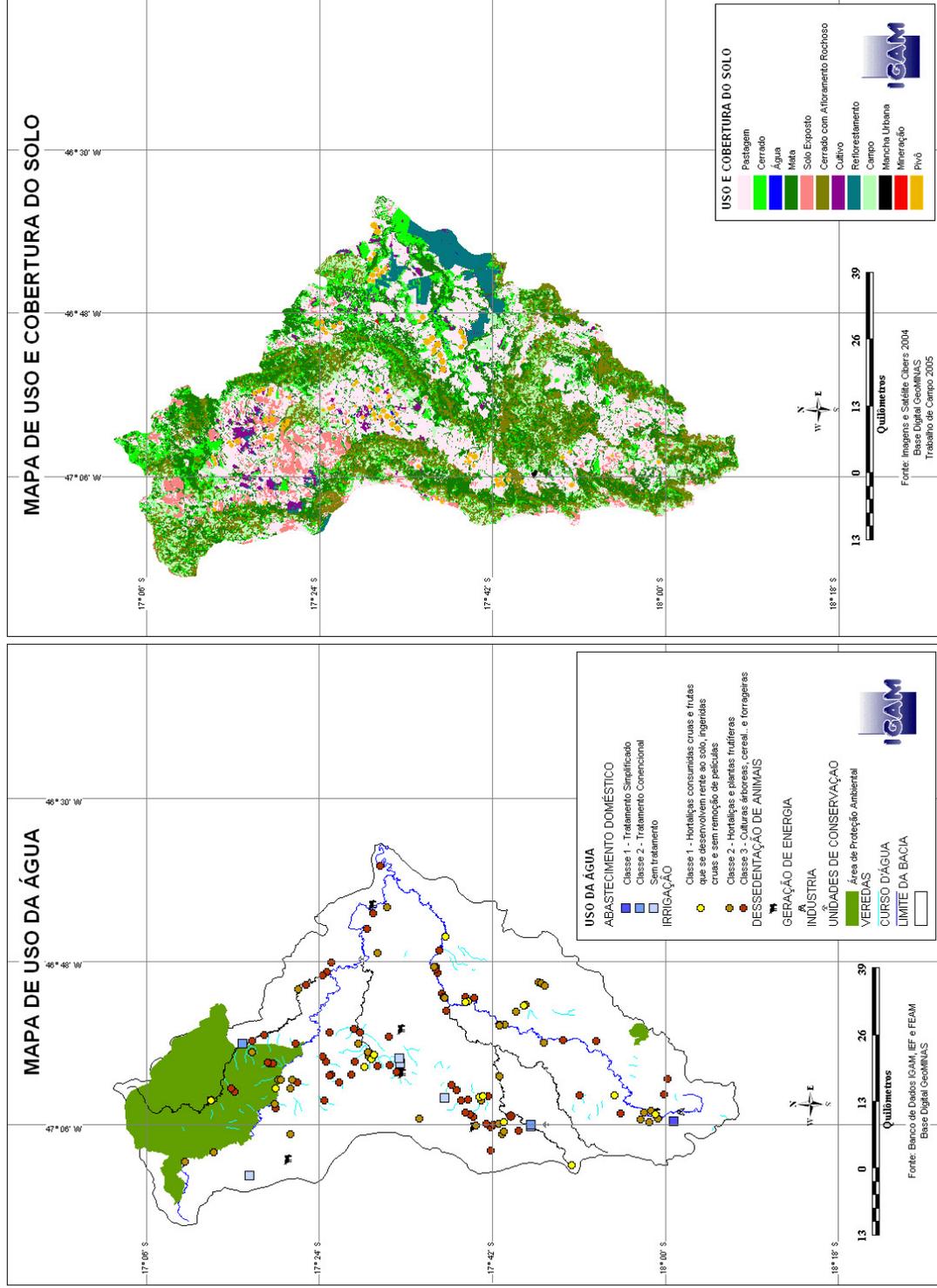


Figura 79: Mapas Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da Bacia do Rio Escuro.

22.6.3 – Ribeirão Entre-Ribeiros

O uso preponderante da bacia hidrográfica do Ribeirão Entre-Ribeiros é a agricultura irrigada, sobretudo, de hortaliças e plantas frutíferas (Figura 80). Na região, há grande ocorrência de veredas e lagoas marginais que se encontram bastante degradadas. Nas veredas, principalmente, ocorrem barramentos para fornecimento de água para a irrigação.

Além da agricultura (irrigada e sequeiro), também estão presentes a mineração (realizada pelas empresas RPM e Calcários Inaê) e as indústrias que integram o distrito industrial de Paracatu. As áreas de nascente encontram-se igualmente comprometidas, pois a região é excessivamente utilizada para o desenvolvimento das atividades agrícolas. A ausência de estações de coleta de água inviabiliza uma avaliação dos impactos que o uso do solo provoca na qualidade dos corpos hídricos.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

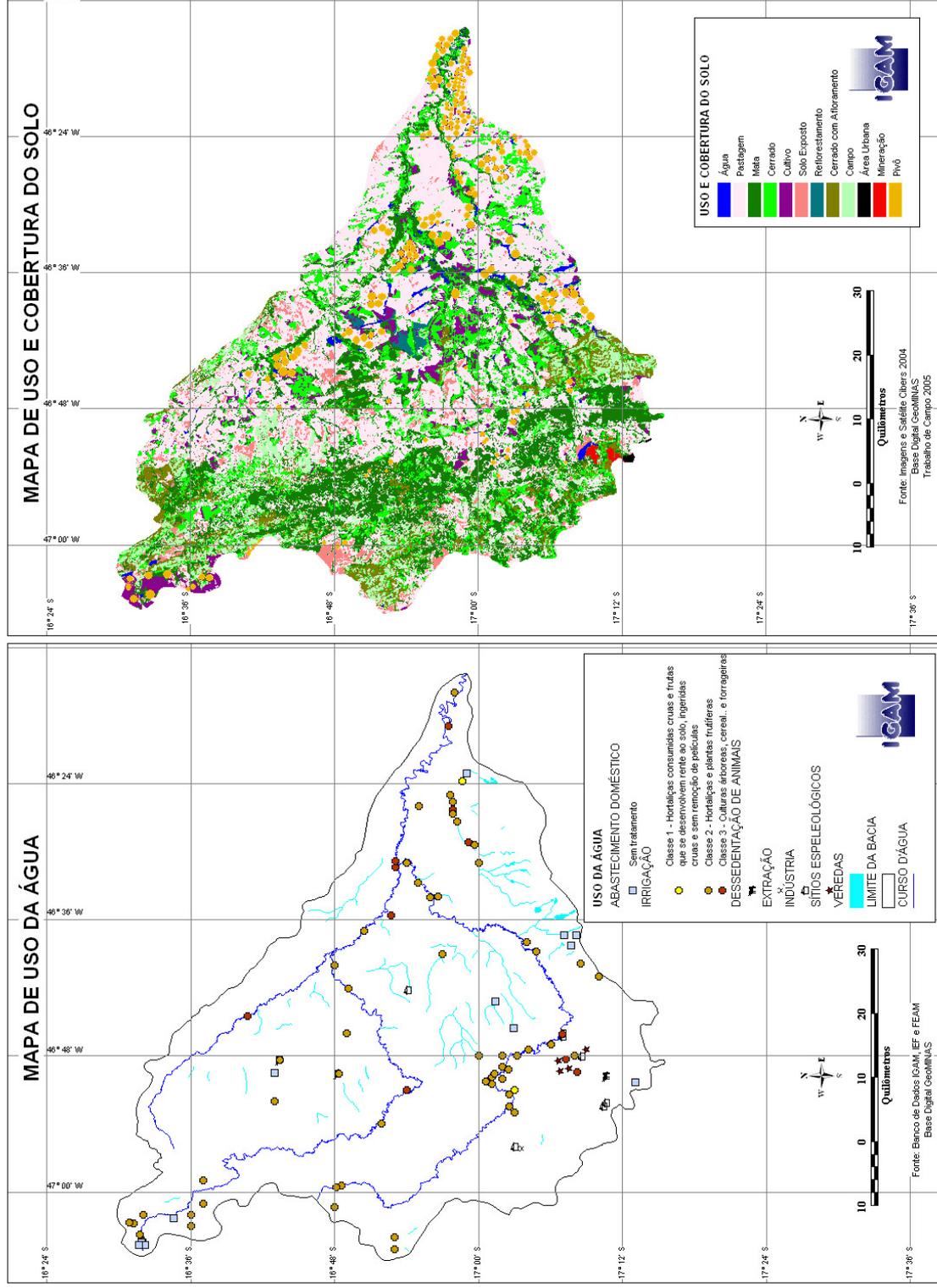


Figura 80: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Ribeirão Entre-Ribeiros

22.6.4 – Rio Verde

Os usos preponderantes da água na bacia do rio Verde são: o consumo humano, a dessedentação de animais, recreação e irrigação de hortaliças (Figura 81). A bacia do rio verde caracteriza-se por uma intensa atividade antrópica, apresentando como uso predominante a pecuária (que ocupa grande parte da sua área) e a monocultura de eucalipto (localizada no alto e médio curso do rio). O lançamento de esgoto, proveniente dos assentamentos agrícolas, contribui de forma significativa para a degradação do rio Verde.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

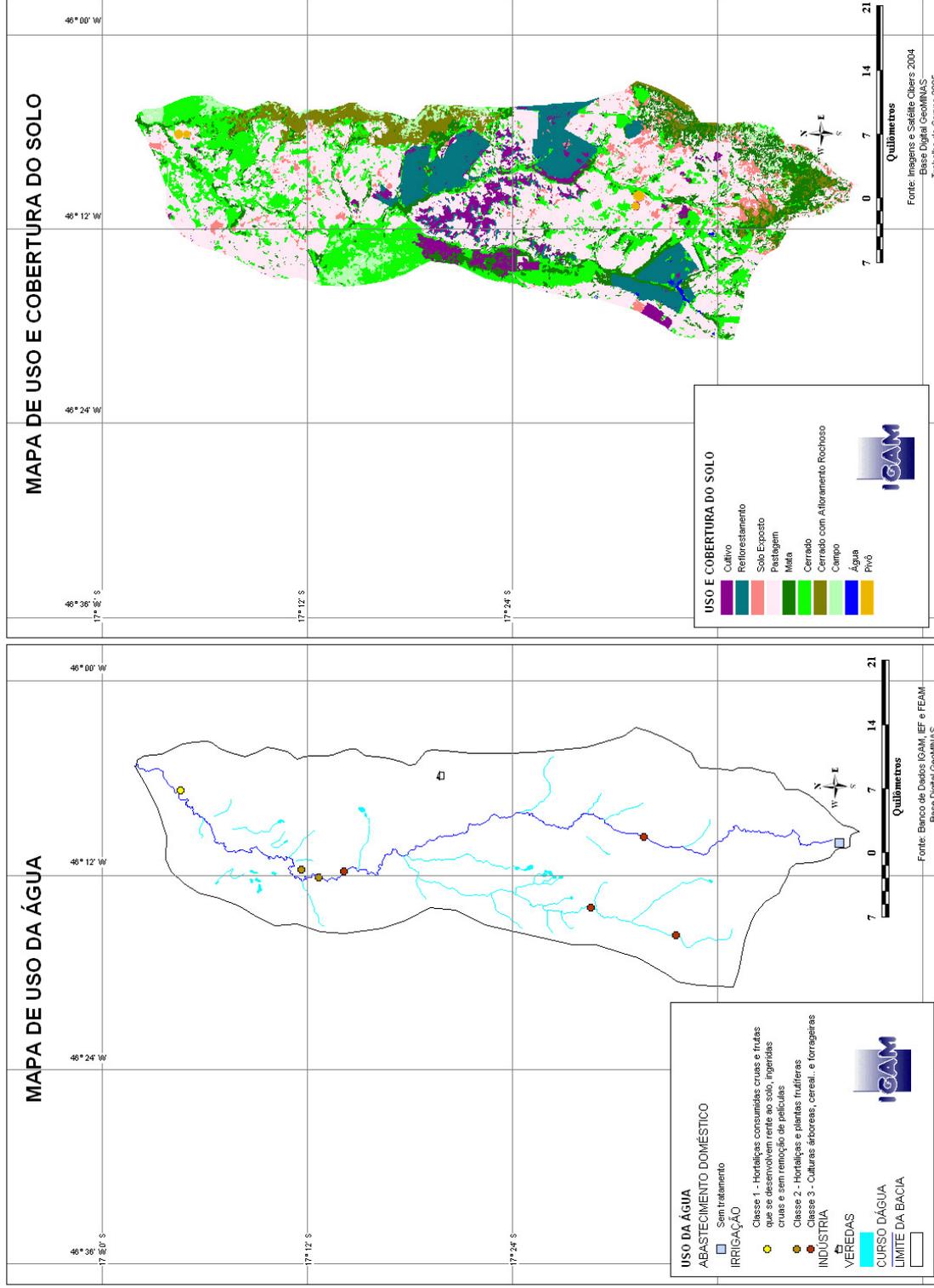


Figura 81: Mapas Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Rio Verde.

22.6.5 – Córrego Rico

Os usos preponderantes das águas do Córrego Rico são: o consumo humano, a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e a dessedentação de animais. A complexidade dos usos estabelecidos nesta bacia contribui para a degradação dos corpos de água. A agricultura e a pecuária, localizadas no médio e baixo curso do rio, são as atividades econômicas predominantes na bacia do Córrego Rico (Figura 82), mas o lançamento de esgotos doméstico e industrial da cidade de Paracatu, diretamente nos cursos d'água, é o maior contribuinte na degradação da qualidade da água. É no alto curso do rio que também encontra-se a Rio Paracatu Mineração Brasileiras.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

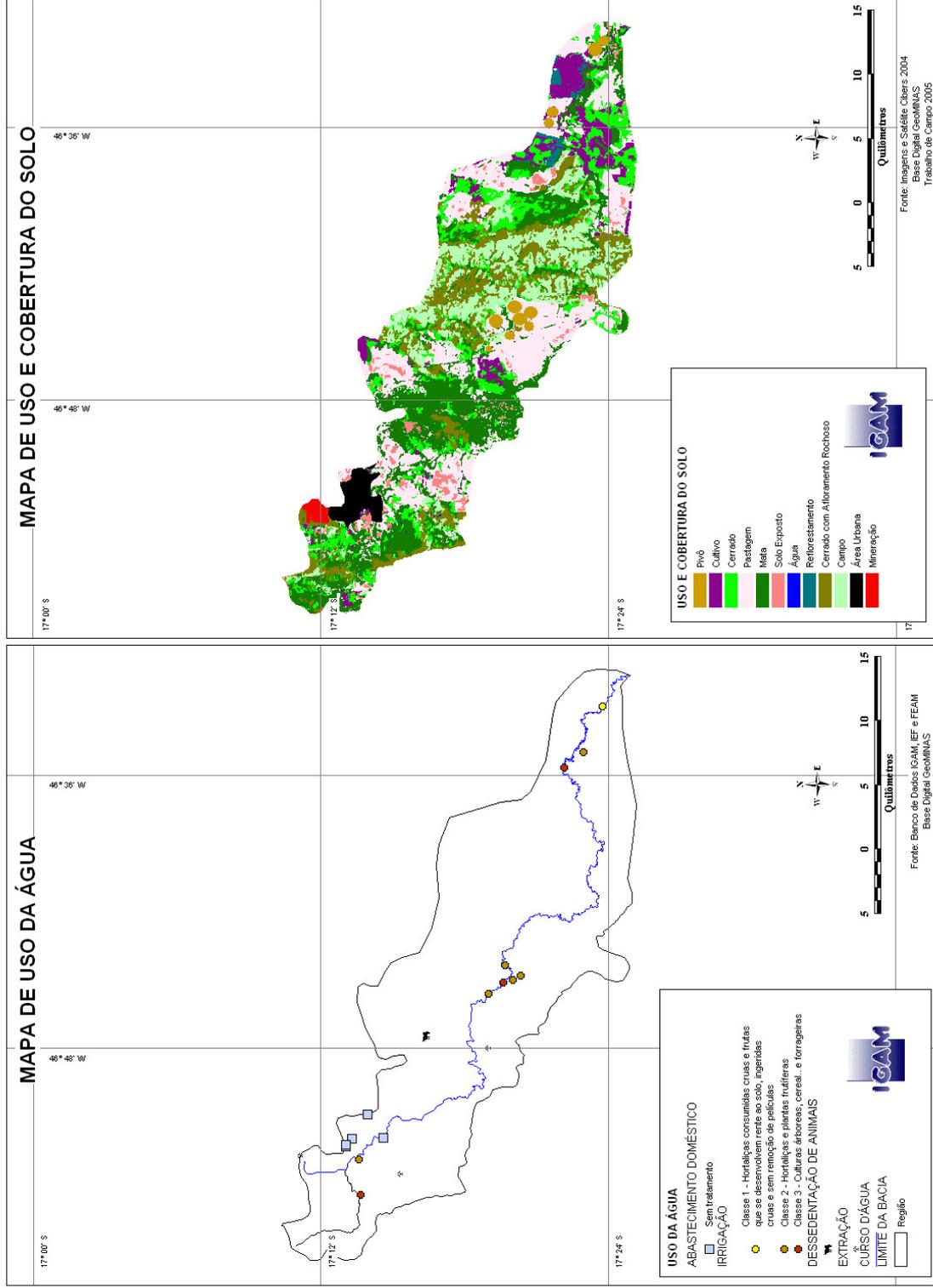


Figura 82: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Córrego Rico.

22.6.6 – Rio da Prata

Os usos preponderantes da água na bacia do rio da Prata são: o abastecimento para consumo humano, a dessedentação de animais e a agricultura irrigada, sobretudo, de hortaliças e plantas frutíferas.

A cobertura vegetal original encontra-se bastante comprometida devido ao intenso uso antrópico. A baixa qualidade dos solos, a forte declividade e o alto potencial de erosão, aliados à ausência de práticas conservacionistas, imprimiram à bacia uma paisagem degradada, com extensas áreas desnudas e com forte comprometimento da drenagem natural por assoreamento.

As áreas de nascente apresentam um uso intenso, o que dificulta o enquadramento desses trechos em classe especial (Figura 83). A região do baixo Prata é caracterizada pela presença de inúmeras veredas, sendo que a maioria encontra-se em processo de descaracterização. O lançamento do esgoto da cidade de João Pinheiro (ribeirão Extrema), sem prévio tratamento, contribui ainda mais para a degradação do rio da Prata.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

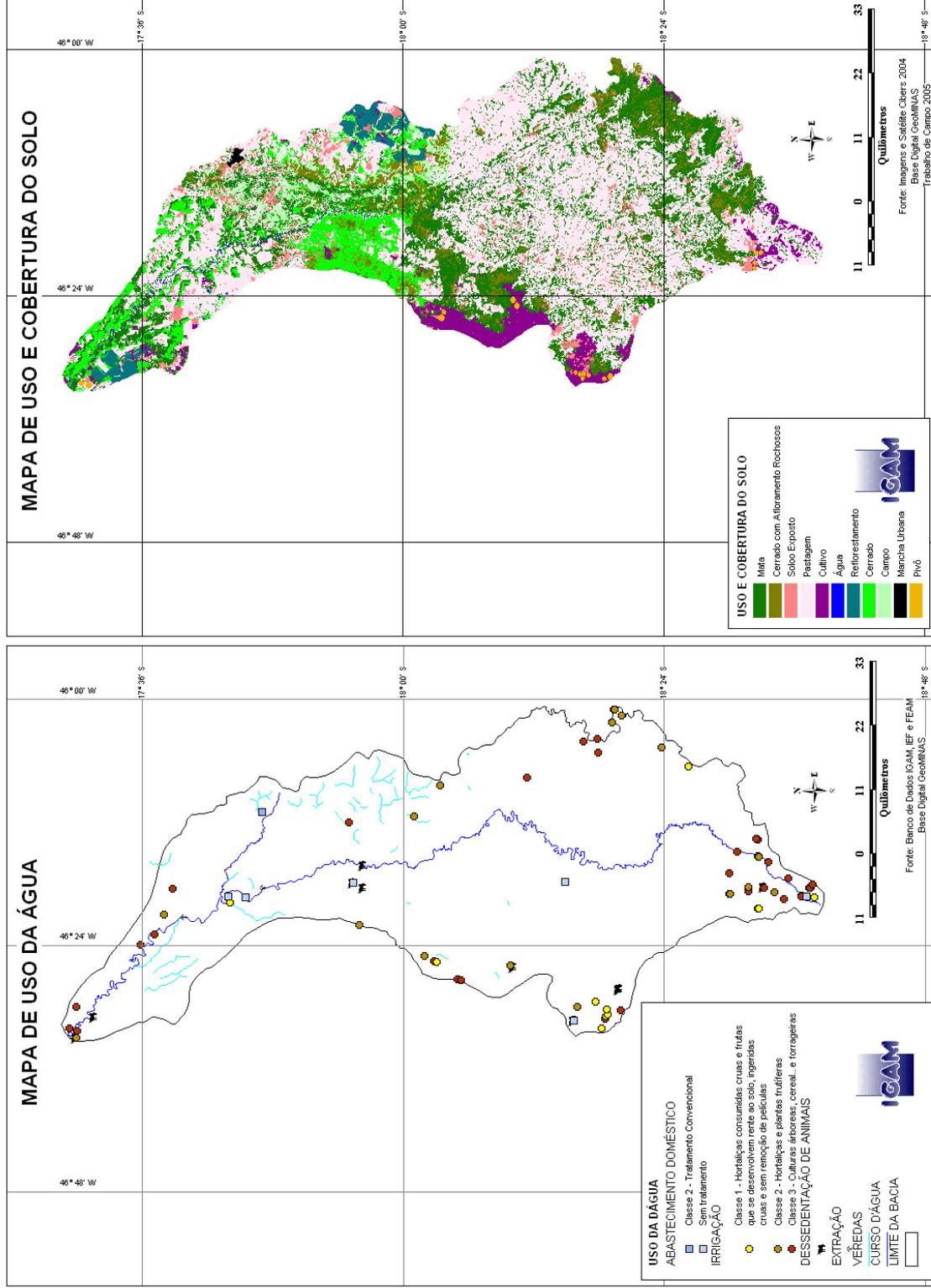


Figura 83: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Rio Prata.

22.6.7 – Rio do Sono

Os usos mais significativos de recursos hídricos dessa bacia são: o abastecimento para o consumo humano, a dessedentação de animais e, principalmente, a agricultura irrigada de hortaliças e plantas frutíferas.

A cobertura vegetal nativa encontra-se seriamente descaracterizada pela atividade antrópica, principalmente nas áreas de nascente, onde se localizam as Destilaria WD e Rei do Cachimbo (Figura 84). A bacia apresenta alta densidade de veredas, mas as mesmas encontram-se degradadas, invadidas pelos reflorestamentos ou barradas para a dessedentação de animais em áreas de pastagem.

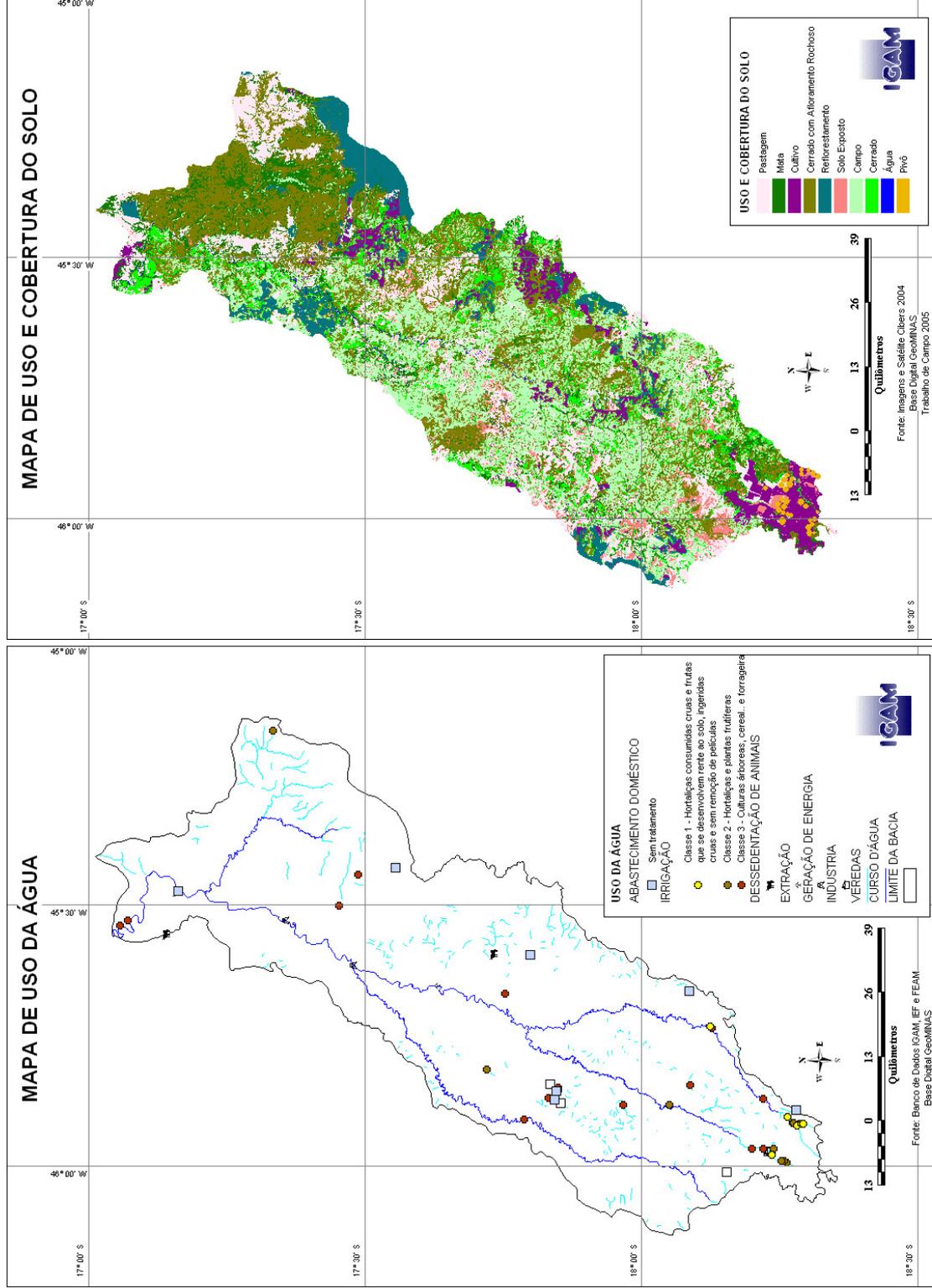


Figura 84: Mapas de Uso da Água e Uso e Cobertura do Solo da bacia do Rio Sono.

22.7 – Oficinas de enquadramento

Conforme determinado na Resolução CNRH 12/2000, o procedimento metodológico de enquadramento dos cursos d'água deve ocorrer de forma participativa e integrada com a comunidade local. Recomenda-se, neste mesmo documento, que os usos já estabelecidos sejam respeitados, procurando sempre compatibilizar o desenvolvimento econômico com a qualidade ambiental da bacia.

As oficinas de enquadramento, realizadas nos dias 13, 14 e 15 de setembro de 2005, respectivamente nas cidades de Vazante, Paracatu e João Pinheiro (Figura 85), tiveram como objetivo principal tornar o processo mais participativo, informando a população sobre as condições atuais da bacia e buscando, em contrapartida, informações relevantes que auxiliassem na classificação dos corpos de água. Para obter tais resultados, adotou-se uma metodologia participativa com as seguintes etapas:

- I. Apresentações em *Powerpoint* com o objetivo de propiciar embasamento técnico aos participantes, visando a nivelar o conhecimento e a compreensão dos mesmos para que, dessa maneira, pudessem opinar sobre as decisões que seriam tomadas. Os temas apresentados foram direcionados para facilitar a compreensão do processo de enquadramento, sendo eles, a “importância do Plano Diretor de Recursos Hídricos”, o “Enquadramento dos corpos de água: diretrizes, metodologia e futuras implicações” e, por fim, o “Diagnóstico ambiental da bacia”.
- II. Aplicação de questionário com o objetivo de identificar os usos preponderantes atuais e as principais fontes de poluição, considerando como universo de análise as bacias de contribuição. Na oficina realizada em Vazante, foram discutidas as bacias de contribuição dos rios Santa Catarina e Escuro, em Paracatu, as dos rios Escuro, Ribeirão Entre-Ribeiros e córrego Rico e, em João Pinheiro, as dos rios da Prata, do Sono e Verde.
- III. Discussão e contribuição para formulação de futuras propostas. Considerando todas as atividades desenvolvidas anteriormente, a última atividade proposta consistiu em uma tentativa, por parte da população local, de classificação dos corpos de água, de acordo com os usos preponderantes identificados.

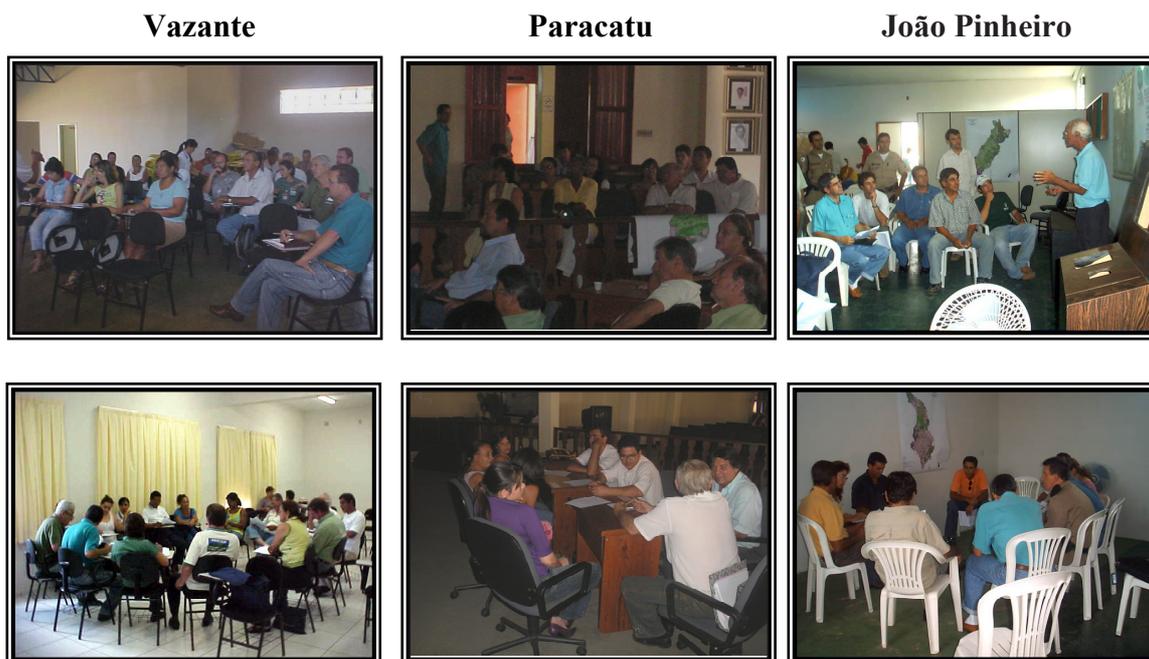


Figura 85: Oficinas de enquadramento realizadas com a comunidade da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.

Segundo os participantes das oficinas, os principais usos identificados na bacia são: o uso agrícola, uso doméstico, a dessedentação de animais, o uso industrial, o lazer e a pesca de subsistência. A insatisfação com a qualidade da água é observada em todas as bacias de contribuição analisadas, o que aumenta a preocupação com o processo de degradação generalizado da bacia.

As discussões sobre os problemas identificados e sobre as expectativas em relação ao futuro da qualidade ambiental da bacia, levaram a população local a uma tentativa de classificação dos corpos de água segundo os usos preponderantes atuais e futuros identificados. Os resultados da classificação foram sintetizados nas Tabela 95 e 96.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

CORPOS DE ÁGUA	CLASSE	USOS PREPONDERANTES
Rio Santa Catarina	Nascente até lagamar Classe 1	Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo.
	Lagamar até Carranca Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, recreação de contato secundário e dessedentação de animais.
	Carranca até Vazante Classe 2	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas.
	Vazante até a foz Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, secundário e dessedentação de animais.
Rio Escuro	Classe 2	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção de comunidades aquáticas, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas.
Córrego Rico	Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e dessedentação de animais.
Ribeirão Entre-Ribeiros	Alto Classe 2	Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas.
	Médio Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
	Baixo Classe 2	Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.
Rio Prata	Classe 2	Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas.
Rio Sono	Classe 2	Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas.
Rio Verde	Alto Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
	Médio e Baixo Classe 2	Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.

Tabela 95: Classificação sugerida pela comunidade local.

A análise de todos os dados, incluindo a classificação sugerida pela comunidade local, foram determinantes na elaboração de uma nova proposta de enquadramento dos cursos d'água, que será apresentada a seguir.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

ENQUADRAMENTO PROSPECTIVO		
CORPOS D'ÁGUA	CLASSE	AÇÕES NECESSÁRIAS
Rio Santa Catarina	-	-
Rio Escuro	2	Tratamento do esgoto de Guarda-Mor; Conservação do solo e revitalização das veredas.
Córrego Rico	2	Tratamento dos efluentes domésticos, Industriais e de mineração, fiscalização, criação de parcerias entre a prefeitura de Paracatu e a RPM e disposição adequada dos resíduos sólidos
Ribeirão Entre Ribeiros	1	Recuperação das matas ciliares; tratamento dos resíduos domésticos; fiscalização; Programas de educação ambiental e construção de barramentos conforme sugerido no diagnóstico do Ribeirão Entre-Ribeiros.
Rio Prata	1	Tratamento do esgoto doméstico e industrial; reconstituição das matas ciliares, construção de barragens, cadastramento dos usuários e sua real utilização, proibição da pesca amadora e criação de uma política de conscientização da população para educa
Rio Sono	2	Revitalização das nascentes, reconstituição da vegetação ciliar, adoção de medidas conservacionistas no uso do solo e recuperação de áreas degradadas e aumento no número de pontos de coleta.
Rio Verde	-	Recomposição das matas ciliares, barragens de regularização de vazão em afluentes, recuperação dos solos e implantação de práticas conservacionistas, saneamento e educação ambiental.

Tabela 96: Classificação sugerida pela comunidade local para o enquadramento prospectivo.

22.8 – Proposta de enquadramento

A Resolução CNRH 12/2000 define dois tipos de enquadramento dos corpos de água: o de referência (que visa a atender aos usos atuais dos recursos hídricos na bacia hidrográfica) e o prospectivo (que visa a atender, de forma satisfatória, a uma determinada alternativa de usos futuros para os corpos hídricos da bacia hidrográfica). Assim, como adotado no Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Estudos Técnicos do Enquadramento das Águas, será priorizada a Proposta do Enquadramento de Referência e, como contribuição para futuros trabalhos, a sinalização da Proposta do Enquadramento Prospectivo.

22.8.1 – Proposta de Enquadramento dos Corpos de água da Bacia do Rio Paracatu

O Plano Diretor do Paracatu (1996), no que diz respeito ao enquadramento dos corpos d'água, recomenda que:

“(…) sugere-se, a priori, que os trechos fluviais, do córrego Guarda-Mor, ribeirão dos Órgãos, córrego Carrapatos e Macaco, córrego Espalha, ribeirão Santa Isabel, ribeirão Santa Fé e ribeirão Santa Catarina, a montante das captações d'água para abastecimento público das sedes municipais de Guarda-Mor, João Pinheiro, Lagamar, Paracatu, Santa Fé de Minas e Vazante, sejam enquadrados na classe 1, permitindo o abastecimento doméstico após tratamento simplificado, enquanto que os rios Preto e Paracatu, a montante das captações das cidades de Unai e Brasilândia, face à grande concentração de irrigação a montante, sejam enquadradas na classe 2, permitindo, assim, o abastecimento doméstico após

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

tratamento convencional. Os demais trechos fluviais, dado ao predomínio do uso da água para irrigação e dessedentação de animais, deverão ser mantidos nos padrões de qualidade que possibilitem o seu enquadramento nas classes 2 ou 3.”

De acordo com as informações expostas anteriormente e considerando as recomendações do Plano Diretor do Paracatu (1996), serão apresentadas as propostas de enquadramento dos corpos de água das bacias de contribuição e do curso principal do rio Paracatu, cujas aprovações estão condicionadas ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Paracatu (CBH-Paracatu) e ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).

22.8.1.1 – Bacia do Rio Santa Catarina

Ribeirão Carrapato

TRECHO 1: Ribeirão Carrapato, da nascente até a cidade de Lagamar.....**CLASSE 1**

Justificativa: Pode ser utilizado para atender o abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado da cidade de Lagamar, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação entre outras. Esse trecho do ribeirão caracteriza-se pela pouca interferência antrópica.

TRECHO 2: Ribeirão Carrapato, da cidade de Lagamar até a confluência com o rio Santa Catarina.....**CLASSE 2**

Justificativa: Para atender aos usos preponderantes, essa classe prioriza o abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a irrigação e a pesca. A influência da área urbana contribui para a diminuição da qualidade da água neste trecho.

Córrego do Macaco

TRECHO 1: Córrego do Macaco, da nascente até a cidade de Lagamar.....**CLASSE 1**

Justificativa: A classe 1 atende às exigências dos usos preponderantes, possibilitando promover a proteção das águas nesta área. Destina-se, então, ao consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário. A nascente do córrego do Macaco encontra-se relativamente preservada.

TRECHO 2: Córrego do Macaco, da cidade de Lagamar até a confluência com o ribeirão do Carrapato.....**CLASSE 2**

Justificativa: Prioriza-se nesta classe: o abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a irrigação e a pesca. A interferência da área urbana de Lagamar contribui para a alteração da qualidade dos corpos de água.

Rio Santa Catarina

TRECHO 1: Rio Santa Catarina, da confluência com o Ribeirão Carrapato até a confluência com o rio Paracatu.....**CLASSE 2**

Justificativa: Destina-se ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção de comunidades aquáticas, à recreação de contato primário e à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.

22.8.1.2 – Bacia do Rio Escuro

Rio Claro

TRECHO 1: Rio Claro, da nascente até a confluência com o Córrego Tapera, inclusive.....**CLASSE ESPECIAL**

Justificativa: Atende às exigências da resolução CONAMA nº 357/2005 para a classe especial, sendo destinado: ao abastecimento para consumo humano com desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

TRECHO 2: Rio Claro, da confluência com o córrego Tapera até a confluência com o Córrego Cachoeira.....**CLASSE 1**

Justificativa: Destina-se: ao consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

TRECHO 3: Rio Claro, da confluência com o córrego Cachoeira até a confluência com o Ribeirão Arrenegado.....**CLASSE 2**

Justificativa: Essa classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção de comunidades aquáticas, à recreação de contato primário e à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas. Essa área apresenta-se com relevante interferência antrópica, que pode exercer influência significativa para alterações da qualidade dos corpos de água.

Rio Escuro

TRECHO 1: Rio Escuro, da confluência com o Rio Claro até a foz com o Paracatu..... **CLASSE 2**

Justificativa: Essa classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e à proteção de comunidades aquáticas.

Córrego Guarda- Mor

TRECHO 1: Córrego Guarda-Mor, da nascente até a confluência com o Córrego Correio.....**CLASSE 1**

Justificativa: Destina-se: ao consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

TRECHO 2: Córrego Guarda- Mor, da confluência com o Córrego Correio até a confluência com o Ribeirão Arrenegado.....**CLASSE 2**

Justificativa: Essa classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e à proteção de comunidades aquáticas.

Ribeirão Arrenegado

TRECHO 1: Ribeirão Arrenegado, da nascente até a confluência com o Córrego Guarda-Mor.....**CLASSE 1**

Justificativa: A classe 1 atende as exigências dos usos preponderantes, possibilitando promover a preservação das águas nesta área. Destina-se: ao consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

TRECHO 2: Ribeirão Arrenegado, da confluência com o Córrego Guarda-Mor até a confluência com o Rio Escuro.....**CLASSE 2**

Justificativa: Essa classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção de comunidades aquáticas e à pesca.

Ribeirão Santa Isabel

TRECHO 1: Ribeirão Santa Isabel, da nascente até a confluência com o Vereda dos Órfãs.....**CLASSE 1**

Justificativa: Localizada nos limites da APE Santa Isabel, esse trecho do rio encontra-se relativamente preservado. Além disso, a água deste trecho destina-se ao abastecimento da cidade de Paracatu. Portanto, atende às exigências da resolução CONAMA nº 357/2005 para esta classe, que se destina ao consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

TRECHO 2: Ribeirão Santa Isabel, da confluência com o Vereda dos Órfãs até a confluência com o Rio Escurinho.....**CLASSE 2**

Justificativa: Essa classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção de comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à aquicultura e à pesca. Atende, portanto, às exigências da resolução CONAMA nº 357/2005 para esta classe, uma vez que a intensa utilização desta área por atividades agropecuárias leva à degradação dos cursos d'água.

Rio Escurinho

TRECHO 1: Ribeirão Escurinho da nascente até a confluência do Córrego Tiririca.....**CLASSE ESPECIAL**

Justificativa: A nascente do rio Escurinho apresenta-se em bom estado de conservação, podendo ser suas águas utilizadas para o abastecimento para consumo humano com desinfecção,

preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

TRECHO 2: Ribeirão Escurinho da confluência com o Córrego Tiririca até a confluência com o córrego Santa Bárbara..... **CLASSE 1**

Justificativa: Destina-se: ao consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

TRECHO 3: Ribeirão Escurinho da confluência com o Córrego Santa Bárbara até a confluência com o Escuro **CLASSE 2**

Justificativa: A classe proposta atende às exigências para utilização, tendo em vista que prevê a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, a proteção das comunidades aquáticas, a pesca, entre outras.

Ribeirão Jambeiro

TRECHO 1: Ribeirão Jambeiro da nascente até a confluência como o Ribeirão Escurinho..... **CLASSE 2**

Justificativa: Este trecho se destina a atender ao uso preponderante, que é a agricultura irrigada, em sua maioria, de hortaliças, plantas frutíferas. Essa classe também prioriza o abastecimento doméstico após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aquicultura e a pesca.

22.8.1.3 – Bacia do Ribeirão Entre-Ribeiros

Ribeirão do Carmo

TRECHO 1: Ribeirão do Carmo, da nascente até a confluência com o Córrego Boa Vista..... **CLASSE 1**

Justificativa: Essa classe atende às exigências dos usos preponderantes, possibilitando promover a preservação das águas nesta área. Destina-se ao consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

TRECHO 2: Ribeirão do Carmo da confluência com o Córrego Boa Vista até a confluência com Ribeirão da Aldeia..... **CLASSE 2**

Justificativa: A classe proposta atende às exigências para esta utilização, tendo em vista que prevê: a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, a proteção das comunidades aquáticas, a pesca entre outras.

Ribeirão da Aldeia

TRECHO 1: Ribeirão da Aldeia, da nascente até a confluência com o Ribeirão do Carmo..... **CLASSE 2**

Justificativa: Esta classe se destina a atender ao uso preponderante, que é a agricultura irrigada, em sua maioria, de hortaliças e plantas

frutíferas. Essa classe também prioriza: o abastecimento doméstico após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aqüicultura e a pesca.

Ribeirão Barra da Égua

TRECHO 1: Ribeirão Barra da Égua, da confluência com o Ribeirão do Carmo até a confluência com o Ribeirão Entre-Ribeiros.....**CLASSE 2**

Justificativa: A classe proposta atende às exigências para esta utilização, tendo em vista que prevê: a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, a proteção das comunidades aquáticas, a pesca, entre outras.

Ribeirão São Pedro

TRECHO 1: Ribeirão São Pedro, da nascente até a confluência com o Ribeirão Entre-Ribeiros.....**CLASSE 2**

Justificativa: A classe proposta atende às exigências para esta utilização, tendo em vista que prevê: a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, a proteção das comunidades aquáticas, a pesca, entre outras.

Ribeirão Entre- Ribeiros

TRECHO 1: Ribeirão Entre-Ribeiros, da confluência do Ribeirão do Carmo até a confluência com o Paracatu.....**CLASSE 2**

Justificativa: Esta classe se destina a atender ao uso preponderante, que é a agricultura irrigada, em sua maioria, de hortaliças e plantas frutíferas. Essa classe também prioriza o abastecimento doméstico após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aqüicultura e a pesca.

22.8.1.4 – Rio Verde

TRECHO 1: Rio Verde, da nascente até a foz com o Paracatu.....**CLASSE 2**

Justificativa: A classe proposta atende às exigências para esta utilização, tendo em vista que prevê a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, a proteção das comunidades aquáticas, a pesca, entre outras.

22.8.1.5 – Bacia do Córrego Rico

Córrego Rico

TRECHO 1: Córrego do Rico, da nascente até a confluência com o Paracatu..... **CLASSE 2**

Justificativa: Essa classe atende aos usos múltiplos estabelecidos na bacia. Além disso, permite o abastecimento doméstico após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aqüicultura e a pesca.

Córrego Espalha

TRECHO 1: Córrego Espalha, da nascente até a confluência com o Córrego do Rico.....**CLASSE 1**

Justificativa: Corpo d'água utilizado para o abastecimento para consumo humano. Esta classificação prioriza também: a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aquicultura e a pesca.

22.8.1.6 – Bacia do Rio da Prata

Rio da Prata

TRECHO 1: Rio da Prata, da nascente até a confluência com o Paracatu.....**CLASSE 2**

Justificativa: Essa classe permite: o abastecimento doméstico após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aquicultura e a pesca. A água é utilizada para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, principalmente nas áreas de nascentes.

Ribeirão dos Órfãos

TRECHO 1: Ribeirão dos Órfãos, da nascente até a confluência com o Rio da Prata.....**CLASSE 1**

Justificativa: Corpo de água utilizado para o abastecimento para consumo humano da cidade de João Pinheiro. Esta classificação prioriza também: a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aquicultura e a pesca.

22.8.1.7 – Bacia do Rio do Sono

Rio do Sono

TRECHO 1: Rio do Sono, da nascente até a confluência com o Rio Santo Antônio.....**CLASSE 1**

Justificativa: Destina-se ao abastecimento consumo humano após tratamento simplificado, à agricultura, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

TRECHO 2: Rio do Sono, da confluência com o Rio Santo Antônio até a confluência com o Rio Paracatu.....**CLASSE 2**

Justificativa: Esta classe se destina a atender ao uso preponderante, que é a agricultura irrigada, em sua maioria, de hortaliças e plantas frutíferas. Essa classe também prioriza: o abastecimento doméstico após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aquicultura e a pesca.

Rio Santo Antônio

TRECHO 1: Rio Santo Antônio, da nascente até a confluência com o Rio do Sono.....**CLASSE 2**

Justificativa: O uso preponderante das águas do Rio Santo Antônio é a agricultura irrigada. Essa classe se destina a atender às exigências deste uso e também: ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à aqüicultura e à pesca.

Ribeirão das Almas

TRECHO 1: Ribeirão das Almas, da nascente até a confluência com o Rio do Sono.....**CLASSE 2**

Justificativa: Esta classe se destina a atender ao uso preponderante, que é a agricultura irrigada, em sua maioria, de hortaliças e plantas frutíferas. Essa classe também prioriza: o abastecimento doméstico após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aqüicultura e a pesca.

22.8.1.8 – Rio Paracatu

TRECHO 1: Rio Paracatu, da nascente até a confluência com o Ribeirão Manabuú.....**CLASSE ESPECIAL**

Justificativa: Destina-se: à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

TRECHO 2: Rio Paracatu, da confluência com o Ribeirão Manabuú até a confluência com o rio Santa Catarina.....**CLASSE 1**

Justificativa: Predomina neste trecho o cultivo de hortaliças (que são consumidas cruas) e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo. Além disso, podem ser utilizadas no abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, na proteção das comunidades aquáticas e na recreação de contato primário.

TRECHO 3: Da confluência com o rio Santa Catarina até a sua foz com o rio São Francisco.....**CLASSE 2**

Justificativa: Nesta classe, a água se destina: ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

22.8.1.9 – Ribeirão Santa Fé

TRECHO 1: Ribeirão Santa Fé da nascente até a foz com o Paracatu.....**CLASSE 1**

Justificativa: Atende às exigências da resolução CONAMA nº 357/2005 para esta classe, sendo destinada: ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

A Figura 86 ilustra a proposta de enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.

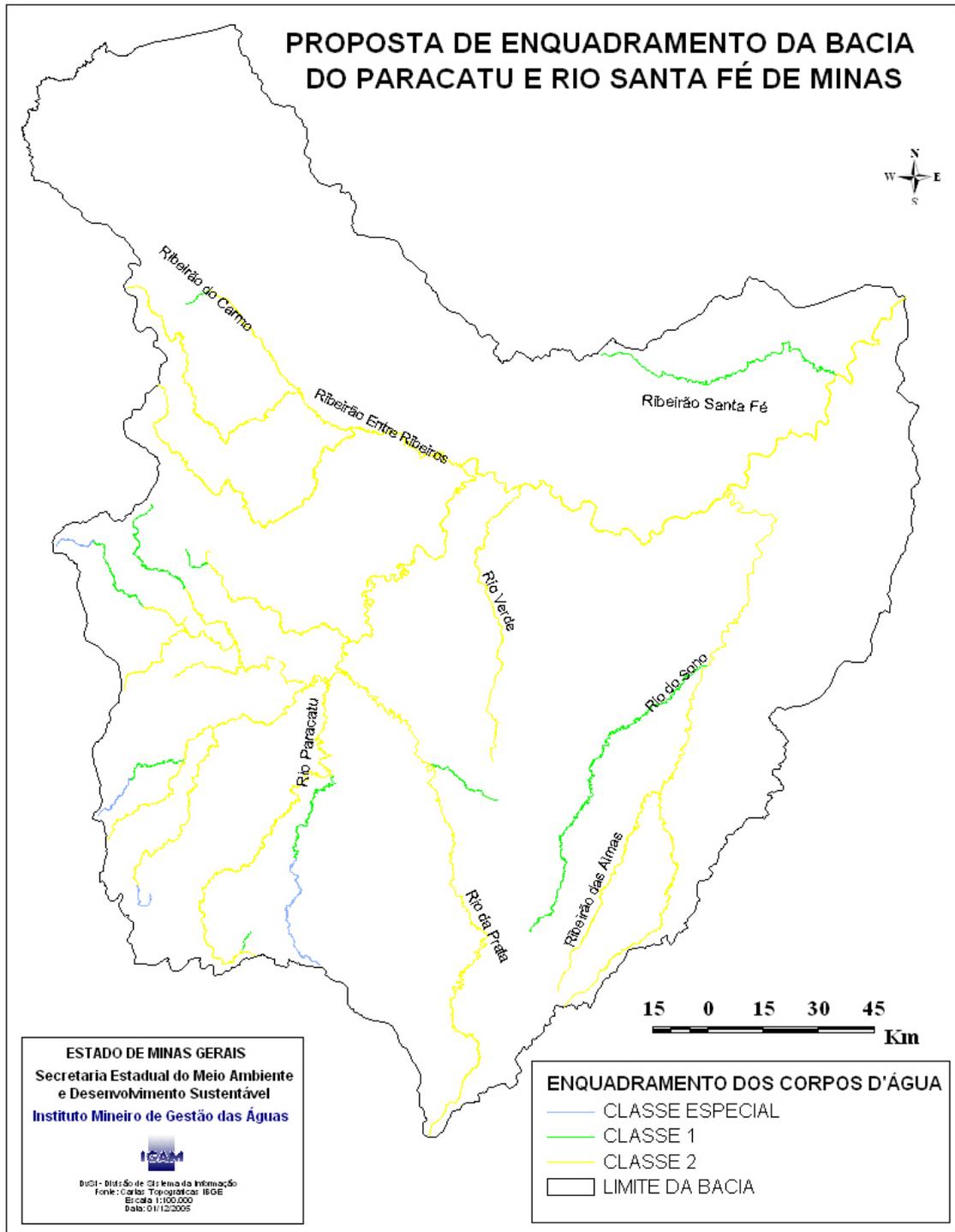


Figura 86: Proposta de enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.

22.9 – Análise comparativa dos resultados das oficinas e proposta preliminar

A proposta de enquadramento dos corpos de água, apresentada pela comunidade da bacia hidrográfica do rio Paracatu, nas oficinas de enquadramento, demonstra a percepção da comunidade em relação ao grau de degradação ambiental da bacia. A classificação de alguns trechos em classe 3, como, por exemplo, o córrego Rico (médio curso do ribeirão Entre-Ribeiros e alto Rio Verde), confirma a insatisfação com a qualidade da água em vários trechos da bacia. Evidenciou-se, também, a vontade de modificação deste quadro, a partir de proposta de enquadramento prospectivo, com a sugestão de medidas mitigadoras para reverter e/ou minimizar os impactos ambientais observados.

Essa proposta inicial, realizada pela comunidade, foi fundamental para subsidiar a proposta anteriormente apresentada, direcionando, por exemplo, um posicionamento mais restritivo do enquadramento e, com isso, promovendo a manutenção de áreas preservadas e a proteção daquelas que já apresentam problemas eminentes. Adotou-se, portanto, esse posicionamento restritivo, após observar que a população está disposta a modificar o quadro de degradação existente, tendo em vista a importância dos corpos de água como recurso estratégico para o desenvolvimento das atividades locais (como, por exemplo, a agricultura) e, sobretudo, para o consumo humano.

Os rios do Sono, Escuro e Prata mantiveram-se nas classes sugeridas pela população. Além disso, conforme recomendação dos membros do Comitê, procurou-se ampliar o enquadramento de outras sub-bacias importantes para o abastecimento e, principalmente, aquelas que exercem uma influência negativa devido ao lançamento de efluente doméstico, industrial, agrícola ou minerário, como forma de controle dos processos já instalados, devido ao fato do enquadramento ser um instrumento de gestão que contribui para controlar e, assim, minimizar os impactos.

Com base no diagnóstico ambiental da bacia e refletindo-se sobre os usos destinados a cada classe, julgou-se importante evitar a classificação dos corpos de água desta bacia em classe 3. Esta medida justifica-se pelos usos a que a bacia se destina, que são: o abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado, a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, a pesca amadora, a recreação de contato secundário e a dessedentação de animais. Nota-se que a proteção das comunidades aquáticas não é possível nesta classe, devido ao comprometimento da qualidade da água. Desta forma, considerando que a degradação é evidente, mais que ainda não atingiu níveis tão alarmantes, a classe 2 atende, pelo menos a princípio, aos interesses da população.

22.10 – Vazão de referência

A Resolução 357/2005 definiu como vazão de referência aquela utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGRH).

O estudo hidrológico de águas superficiais (2005) sugere que a vazão de referência a ser utilizada para o processo de outorga seja a $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de tempo de retorno). Neste período, a qualidade da água pode atingir níveis críticos e vários parâmetros físico-químicos e biológicos podem apresentar desconformidades com a classe em que foi enquadrada. Essa é a vazão sugerida também no Plano Decenal (2004) como a de referência para o Rio São Francisco. Desta forma, recomenda-se que a $Q_{7,10}$ seja

adotada como vazão de referência para o enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica do rio Paracatu.

22.11 – Parâmetros prioritários de qualidade de água

A seleção dos parâmetros de qualidade de água prioritários para avaliação do enquadramento deve considerar as fontes de poluição pontual e difusa existentes na bacia. Estes parâmetros devem expressar adequadamente a interferência antrópica sobre os cursos d'água. A Resolução CONAMA nº 357/2005, no seu artigo 8º estabelece “que o conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público”.

O diagnóstico dos usos preponderantes e a avaliação da condição atual dos corpos de água da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu identifica como principais fontes de poluição: o lançamento de esgotos domésticos, as atividades agropecuárias e a mineração.

No Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Estudos Técnicos do Enquadramento das Águas, sugere-se que os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e turbidez sejam adotados como prioritários para a avaliação do enquadramento. A DBO é um indicativo de presença de matéria orgânica na água, que é disponibilizada, principalmente, por meio de lançamento de esgoto. A turbidez tem uma relação direta com os sólidos em suspensão, e pode ser usada como indicador de impactos causados pela mineração, agricultura e pecuária.

Entretanto, as análises dos dados de qualidade de água da bacia do rio Paracatu sinalizaram como parâmetros prioritários para a sua avaliação a turbidez, o oxigênio dissolvido, os coliformes fecais, o fosfato e os metais pesados cobre, cádmio, chumbo, zinco, mercúrio, arsênio e manganês). Os coliformes fecais são o indicativo de contaminação por fezes humanas e de animais e, conseqüentemente, da possibilidade de transmissão de doenças (Sperling, 1996). O fosfato tem sua origem os despejos domésticos, industriais e agrícolas. A mineração e a agricultura (a partir do lançamento de fertilizantes e pesticidas) são responsáveis, pela disponibilização de metais pesados. A sugestão pela análise de zinco é devido à extração deste metal nas bacias dos rios Santa Catarina e Escuro.

A ausência de problemas relacionados ao nível de oxigênio na água fez com que este parâmetro fosse inicialmente descartado. Entretanto, a importância deste parâmetro para proteção de comunidades aquáticas é relevante, e avaliou-se que seria um parâmetro prioritário para a avaliação da qualidade de água. Os problemas relacionados à turbidez e à contaminação por coliformes fecais e metais pesados, e a importância do oxigênio dissolvido para a proteção de comunidades aquáticas, demonstram que estes parâmetros são os mais adequados como prioritários, por compreenderem que expressam apropriadamente a interferência antrópica nas alterações da qualidade da água da bacia hidrográfica do Paracatu.

22.12 – Ações necessárias para efetivação da proposta de enquadramento

As ações necessárias para a efetivação do enquadramento referem-se às medidas que devem ser tomadas e implementadas para que este instrumento cumpra o seu papel, que é o de colaborar na manutenção da qualidade da água e de atingir as metas propostas no enquadramento prospectivo. Em função da multiplicidade de fatores correlacionados para efetivação destas ações, torna-se necessário um comprometimento e interação dos vários segmentos da sociedade, com o objetivo de cumprir as metas propostas e viabilizar a concretização do enquadramento.

O plano de efetivação do enquadramento deve priorizar aquelas ações que contribuem para a melhoria da qualidade de água, por meio do ajustamento de conduta no desenvolvimento das atividades e da mitigação dos impactos instalados na bacia, com o intuito de normalizar aqueles parâmetros que se encontram em desconformidades com a classe de enquadramento estabelecida. O êxito do enquadramento está, então, centrado justamente na implementação do programa de efetivação do enquadramento.

O programa de efetivação deve considerar também as recomendações apontadas na Resolução CONAMA n.º 357/2005:

- O enquadramento expressa metas finais a ser alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando à efetivação do mesmo.
- A necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando a atingir gradativamente os objetivos propostos.

A efetivação do enquadramento será viabilizada por meio de medidas previstas no Plano de ação para a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental deste Plano Diretor. A seguir, serão citadas as metas progressivas intermediárias imprescindíveis para que a efetivação do enquadramento dos corpos de água da bacia do Paracatu ocorra adequadamente, sendo elas:

- Priorização do manejo integrado de quatro sub-bacias de contribuição, até 2015: Ribeirão Entre-Ribeiros, Rio Escuro, Rio da Prata e Rio do Sono visando à revitalização e a recuperação de áreas degradadas.
- Ampliação da rede de monitoramento, até 2007, priorizando as bacias de contribuição que foram enquadradas, quais sejam: Rio Santa Catarina, Rio Escuro, Ribeirão Entre-Ribeiros, Córrego Rico, Rio da Prata, Rio do Sono e Rio Verde. A ampliação dessa rede permitirá avaliar adequadamente a condição da qualidade da água, em 2010, possibilitando assim, estabelecer medidas para a sua preservação.
- Diante do processo de degradação das áreas de nascentes na Bacia do Rio Paracatu, sugere-se a adoção de projetos de revitalização centrados, principalmente, na reconstituição da vegetação natural e no controle da erosão. Devem ser priorizados, até 2015, os mananciais de abastecimento público de Guarda-Mor (córrego Guarda-Mor), João Pinheiro (ribeirão dos Órfãos), Lagamar (córrego Carrapatos e Macaco), Paracatu (córrego Espalha e ribeirão Santa Isabel, já contemplados com uma APE) e Santa Fé de Minas (ribeirão Santa Fé).
- Proteção das áreas de lagoas marginais, devido à sua importância ambiental para a conservação da fauna e flora. Devem ser priorizados, até 2015, as lagoas marginais localizadas no médio curso do rio Paracatu.
- O número restrito de áreas destinadas à proteção ambiental aponta para a necessidade de estudos para criação de unidades de conservação até 2015.
- O aumento do índice de atendimento por rede de esgoto, de forma que, no ano de 2010, os municípios tenham um índice próximo a 70%, e, em 2015, esse índice atinja 80%.
- O tratamento dos esgotos, para o ano de 2010, com índice de 60%, e, em 2015, com o índice de 80%.
- A meta proposta é que, até 2010, todos os municípios da bacia disponham de um sistema adequado de coleta e disposição final dos resíduos sólidos, alcançando 100% da população urbana, atendendo, assim, às diretrizes da Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001.

- Adequação das minerações, principalmente no que se refere ao lançamento de efluentes e disponibilização de sedimentos.

Para a efetivação deste programa de ações para a efetivação do enquadramento, será celebrado o primeiro Termo de Cooperação Técnica da bacia entre os órgãos SEMAD, IGAM, IEF, FEAM, EMATER, COPASA, que será abordado no capítulo 28 deste plano. Na Tabela 97, estão sintetizadas as principais ações que deverão ser implementadas na bacia, assim como os prazos destinados a cada uma delas.

PROGRAMAS DE AÇÕES PARA EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO					
MEDIDAS	2006	2007	2008	2009	2010
Manejo integrado de sub-bacias	X	X	X	X	X
Ampliação da rede de monitoramento	X	X			
Revegetação das nascentes	X	X	X	X	X
Proteção das lagoas marginais	X	X	X	X	X
Criação de Unidades de Conservação	X	X	X	X	X
Rede de esgoto	X	X	X	X	X
Disposição de resíduos sólidos	X	X	X	X	X
Adequação das minerações	X	X			

Tabela 97: Programas de ações para a efetivação do enquadramento

22.13 – Proposta para criação de áreas sujeitas à restrição de uso

O avançado processo de degradação da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu sinaliza para a necessidade de proteção de áreas importantes para a manutenção da biodiversidade e para o equilíbrio natural das comunidades aquáticas. O Plano Diretor do Paracatu (1996), recomenda como área de restrição de uso dos seguintes locais:

- Interflúvio entre o rio Preto e ribeirão Bezerra, no alto Rio Preto. Com uma vegetação bem preservada, totaliza cerca de 1.000 km².
- Cristas na região de Unaí. Apresenta uma cobertura de mata bem preservada nas encostas mais íngremes, onde a pecuária e agricultura encontram restrições edáficas;
- Serra da Aldeia e Serra da Contagem. Mostram características similares às cristas da região de Unaí, tanto no que se refere à morfologia, quanto à cobertura vegetal;

Além dessas regiões, recomenda-se também, devido à sua importância ambiental e à sua fragilidade, a restrição de uso das seguintes áreas:

- Apesar de caracterizar-se como Áreas de Proteção Permanentes (APP's), as veredas são freqüentemente utilizadas na bacia para a dessedentação de animais e para a irrigação de culturas. As veredas estão localizadas, principalmente, no médio e baixo rio Paracatu e baixo rio Preto. Trata-se de uma área ocupada por extensas parcelas de reflorestamento e agricultura de sequeiro. É nessa região, que também encontra-se um elevado número de lagoas marginais, importantes berçários da fauna e flora local, devendo, por esta razão, ter também uma utilização restrita].
- Os sítios espeleológicos, que compreendem cavernas e grutas de interesse para a pesquisa arqueológica ou paleontológica e ao turismo ecológico, devem ser preservados e conservados, de modo a permitir a realização de estudos e pesquisas de ordem técnico-científicas, bem como de atividades de cunho étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.

22.14 – Proposta de Enquadramento Prospectivo

Conforme a Resolução CNRH nº 12/2000, o enquadramento prospectivo visa a atender as alternativas dos usos futuros para os corpos hídricos de uma bacia hidrográfica, por meio de estimativas de disponibilidade e demanda de água, calculadas a partir da análise de evolução da distribuição das populações e das atividades econômicas e seus impactos sobre os recursos hídricos. Deve-se considerar, também, estudos hidrológicos, sedimentológicos, hidrobiológicos, e a capacidade de auto-depuração dos corpos de água.

A projeção dos dados destes estudos, com horizontes de curto, médio e longo prazo, possibilita apresentar, com relativa margem de segurança, a proposta de enquadramento prospectivo, ou seja, “o rio que queremos”. Entretanto, a complexidade de tais análises faz com que apenas seja sinalizada uma proposta prospectiva, considerando apenas as informações obtidas ao longo do processo e das oficinas de enquadramento. A efetivação desta proposta só será possível, também, com a implementação dos itens 22.11 e 22.12 citados neste documento, que visa a melhorar as condições ambientais da Bacia Hidrográfica do Paracatu. Desta forma, sugere-se que:

- Os mananciais para abastecimento público de João Pinheiro (ribeirão dos Órfãos), Lagamar (córrego Carrapatos e Macaco) e Paracatu (córrego Espalha e ribeirão Santa Isabel), que nessa proposta foram classificados como Classe 1, sejam enquadrados em Classe especial, permitindo, assim, o uso dos mesmos para: abastecimento para consumo humano com desinfecção, preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- O enquadramento seja ampliado nas áreas de nascentes das bacias do Rio Santa Catarina, Escuro, Verde, Prata, Sono e Entre-Ribeiros para a Classe 1, garantindo, assim, a melhora da qualidade da água destes rios.
- O Rio Caatinga seja enquadrado na Classe 2 e suas nascentes, na Classe 1, tendo em vista a fragilidade da região.

Sugere-se que a proposta de enquadramento prospectivo seja realizada na atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia de Rio Paracatu prevista para o ano de 2009.

22.15 – Aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos

De acordo com a Lei nº 13.199/99, compete aos Comitês: “deliberar sobre proposta para o enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes, com apoio de audiências públicas”. Conforme a Resolução CNRH nº 12/2000, a proposta de enquadramento deve ser amplamente discutida, observando-se os seus benefícios socioeconômicos e ambientais, o plano de medidas e de intervenções a se implantar e os custos e prazos decorrentes.

Atendendo a tal recomendação, apresentou-se a proposta de enquadramento em audiências públicas, realizadas de 28 a 31 de março de 2006, nos municípios de Vazante, Unaí, Paracatu e João Pinheiro (Figura 87). Em reunião do CBH-Paracatu, realizada em 28 de abril de 2006, a proposta de enquadramento foi aprovada por meio da Deliberação Normativa CBH-Paracatu nº 02 (Anexo 2), devendo ser submetida ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) para a sua avaliação final. Caso seja aprovada, o enquadramento dos corpos de água da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu será estabelecido por meio de Deliberação Normativa.

VAZANTE



UNAÍ



PARACATU



JOÃO PINHEIRO



Figura 87: Audiências públicas realizadas com a comunidade da bacia hidrográfica do rio Paracatu.

23 – PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS E POTENCIAL DE ARRECADAÇÃO

23.1 – Introdução

O processo constituinte, que culminou na promulgação da nova Carta Magna da Nação em 1988, coroou um movimento que ansiava pela renovação do arcabouço legal brasileiro. Assim como os demais setores da sociedade, o de recursos hídricos também foi envolvido por essa renovação. A própria Constituição, no seu artigo 21, inciso XIX, define como competência da União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Coerentemente com essa atribuição, foi promulgada, em 1997, a Lei 9.433, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O novo sistema consagra alguns princípios como: a instauração da bacia hidrográfica como unidade básica de gestão e planejamento; a participação da sociedade; a utilização de um instrumento econômico; a cobrança pelo uso da água, entre outros princípios. A instalação da Agência Nacional de Águas (ANA), no início de 2001, representou mais um importante passo no sentido de implantar, nos termos da Lei 9.433/97, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, inclusive a cobrança pelo uso da água.

Antes mesmo da definição da Política Nacional de Recursos Hídricos, em 20 de junho de 1994, Minas Gerais aprovou a Lei de nº 11.504, que define a política e institui o sistema mineiro de gerenciamento de recursos hídricos. Essa lei seguia as mesmas diretrizes das leis de outros estados, tais como São Paulo (Lei nº 7.663 de 30/12/1991), Ceará (Lei nº 11.896 de 24/07/1992) e Santa Catarina (Lei nº 9.022 de 06/05/1993). Posteriormente, para se adequar a algumas definições estabelecidas na Lei Federal nº 9.433/97, a legislação mineira precisou ser revista e complementada. Mais recentemente, a edição do Decreto nº 44.046, de 13 de junho de 2005, que regulamenta a cobrança pelo uso da água em Minas Gerais, criou as condições necessárias para que este instrumento possa ser implementado. Diante dessa possibilidade, pretende-se analisar a situação atual da cobrança pelo uso da água no Brasil, com o objetivo de extrair lições para auxiliar nas definições dos critérios, parâmetros e procedimentos para implementar a cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Paracatu.

23.2 – Aspectos legais

A Constituição Federal de 1988 tornou públicas as águas e as repartiu entre a União e os Estados (art. 20, III e art. 26, I). Quanto à remuneração do uso desse bem, diversos diplomas legais fazem menção ao tema, desde o Código de Águas (Decreto Federal nº 24.643 de 10 de julho de 1934), até a Lei 9.433/97. A Tabela a seguir apresenta um resumo destes diplomas legais.

Tabela 98 – A Cobrança pelo uso da água nas legislações federais

DIPLOMA LEGAL	REFERÊNCIA À REMUNERAÇÃO
Código Civil	Declara que o uso comum dos bens públicos pode ser gratuito ou retribuído conforme as leis da União, dos Estados ou Municípios a cuja administração pertencerem (art. 68)
Código de Águas Decreto Federal 24.643/1934	Apresenta texto bastante semelhante ao do Código Civil declarando que o uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído conforme leis e regulamentos da circunscrição administrativa a que pertencerem.
Política Nacional do Meio Ambiente Lei 6.938/1981	Adota o PPP e PUP e declara que a Política visará à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (art. 4, VII).
Política Nacional de Irrigação Lei 6.662/1979 Dec. 89.496/84	Declara que o uso de águas públicas, para fins de irrigação e atividades decorrentes, dependerá de remuneração (art. 21 da Lei).
Compensação Financeira Lei 7.990/1989	Regulamenta o artigo 20, § 1 da CF dispondo sobre a compensação financeira pelo aproveitamento de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica.
Política Nacional de Recursos Hídricos Lei 9.433/97	Declara a cobrança pelo uso de recursos hídricos como um dos seus instrumentos de gestão (art. 5, IV).
Criação da Agencia Nacional de Águas – ANA Lei 9.984/2000	Define como atribuição da ANA, entre outras, arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, na forma do disposto no art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997 (Art.4, IX); altera a Lei 7.990/1989, fixando o pagamento pelo uso de recursos hídricos por parte do setor elétrico em setenta e cinco centésimos por cento do valor da energia produzida.
Contrato de gestão entre a ANA e Agências de Águas Lei 10.881/2004	Dispõe sobre os contratos de gestão entre a ANA e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União e dá outras providências.
Regulamenta o SINGREH PL 1.616/1999	Dispõe sobre a gestão administrativa e a organização institucional do SINGREH previsto no inciso XIX do art. 21 da Constituição, e criado pela Lei nº 9.433/1997.

23.3 – A Cobrança pelo uso da água na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)

O tema “cobrança pelo uso da água” é cercado de questões muitas vezes polêmicas e quase sempre com múltiplas respostas. Na situação atual, na eminência de ampliação da experiência já iniciada no CEIVAP, algumas questões práticas foram identificadas no exercício do Paraíba do Sul, bem como no funcionamento da própria Agência Nacional de Águas. A seguir, com base nas Leis 9.433/97 e 9.984/00 e no PL 1.616/99, serão apresentadas respostas para algumas dessas questões.

23.3.1- Objetivos da cobrança pelo uso da água na PNRH

Segundo o disposto na Lei 9.433/97, a cobrança pelo uso da água deve atender tanto ao objetivo econômico como ao financeiro. Esse último está explicitamente considerado no artigo 19, inciso III da Lei. O objetivo financeiro também está presente no artigo 22 da Lei, que define que os valores cobrados deverão financiar não apenas os estudos, programas, projetos e obras dos Planos de Recursos Hídricos (I), mas também a implantação e custeio administrativo do Sistema Nacional de Gerenciamento (II). O aspecto econômico é admitido no artigo 19, que informa que a cobrança visa a reconhecer a água como bem econômico (I) e a incentivar a racionalização de seu uso (II). O inciso I desse artigo dispõe, inclusive, que deve ser dada ao usuário uma indicação do real valor da água. Isso pode ser interpretado como a cobrança de um valor que seja indicativo dos custos externos que o uso da água esteja provocando. O Projeto de Lei 1.616/99, que dispõe sobre a gestão administrativa e a organização institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, previsto no inciso XIX do art. 21 da Constituição e criado pela Lei nº 9 433/97, dedica um capítulo ao tema “cobrança pelo uso da água” (Capítulo IV), mas sem fazer referência aos objetivos deste instrumento.

23.3.2- Critérios gerais para a cobrança pelo uso da água na PNRH

A Lei 9.433/97 estabelece critérios gerais para a cobrança das derivações, captações e extrações de volumes (Art. 21, I) e para lançamento de esgotos e demais resíduos (Art. 21, II). No entanto, é omissa quanto aos critérios para os demais usos sujeitos à outorga definidos no artigo 12, ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos e a outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade do corpo de água. No que tange à geração de energia elétrica, o artigo 28 da Lei 9.984/00, que modificou a redação do artigo 17 Lei 9.648/1998, resolveu a questão, ao considerar a parcela de setenta e cinco centésimos por cento do valor da energia produzida destinada ao Ministério do Meio Ambiente, como pagamento pelo uso dos recursos hídricos (Art. 28, II e § 2º).

O Projeto de Lei 1.616/1999 acrescenta que deve ser considerada a interferência dos usuários públicos e privados na manutenção dos padrões estabelecidos de quantidade, qualidade e regime do corpo de água, em consequência dos respectivos usos (Art. 26, § 2º). No caso de um lançamento de efluentes apresentar qualidade superior à da água captada, o referido Projeto de Lei cria a possibilidade desse fato vir a ser considerado para a redução dos valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos (Art. 28).

23.3.3- Procedimentos para aprovação dos valores a serem cobrados na PNRH

A Lei 9.433/97, à primeira vista, não parece muito clara para definir quem aprovará os valores que serão cobrados pelo uso dos recursos hídricos. O Art. 44, XI define que compete às Agências de Água propor, aos respectivos comitês de bacias, os valores a ser cobrados. Contudo, a mesma Lei, Art. 38, VI, atribui aos comitês de bacia o estabelecimento dos mecanismos de cobrança a sugestão dos valores. Uma leitura desses artigos pode conduzir a uma interpretação de que, inicialmente, as agências propõem os valores a ser cobrados aos comitês de bacia que, com base nessas informações, remetem sua proposta para apreciação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Essa interpretação está coerente com o Art. 35, IV e X, que define como competência do CNRH deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos comitês e estabelecer critérios gerais para a cobrança.

A Lei 9.984/00, em seu artigo 4º, VI, é mais incisiva, ao definir como competência da Agência Nacional de Águas a elaboração de estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo CNRH, dos valores a ser cobrados, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos comitês de bacia. A Tabela 99 resume o procedimento para aprovação dos valores a ser cobrados pelo uso da água.

Tabela 99 – Modo de aprovação da Cobrança pelo uso da água na legislação brasileira

QUEM APROVA OS CRITÉRIOS DE COBRANÇA E OS VALORES?	
Compete às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica os valores a ser cobrados pelo uso de recursos hídricos.	Lei 9.433/97 Art. 44, XI
Compete à ANA elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo CNRH, dos valores a ser cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, na forma do inciso VI do art. 38 da Lei nº 9.433, de 1997;	Lei 9.984/00, Art. 4, VI
Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação, estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados. Compete ao CNRH deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica; estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.	Lei 9.433/97 Art. 38, VI Lei 9.433/97 Art. 35, IV e X

Fonte: Adaptado das Leis 9.433/97 e 9.984/00

23.3.4- Órgão arrecadador e destino dos recursos da cobrança na PNRH

Quanto a “quem arrecadará”, o artigo 44, III da Lei 9.433/97 esclarece que compete às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação, efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos. Coerente com essa definição, o artigo 4º, VIII da Lei 9.984/00 determina que compete à Agência Nacional de Águas (ANA) arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União. Do ponto de vista legal, existe a possibilidade da arrecadação ocorrer de forma descentralizada, já que a própria Lei 9.984/00 faculta à ANA delegar ou atribuir a execução de atividades de sua competência para as Agências de Água (Art. 4º, § 4º). Merece nota a recém promulgada Lei 10.881/04, que dispõe sobre os contratos de gestão entre a ANA e as entidades delegatárias das funções de Agência de Águas, relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União, que em seu Art. 2º, VI destacou a impossibilidade de delegação da cobrança.

Quanto ao destino dos recursos obtidos com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a Lei 9.433/97 limita-se a definir que os recursos obtidos com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídas nos Planos de Recursos Hídricos e, até o limite de 7,5% (sete e meio por cento) do total arrecadado no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Art. 22, I, II e § 1º). Entretanto, a Lei 9.433/97 não esclarece se os recursos obtidos com a cobrança poderão ser utilizados no financiamento de atividades relacionadas à manutenção e operação da infraestrutura hídrica, o que poderá causar algumas dificuldades em regiões onde essas obras são importantes, como, por exemplo, a região semi-árida.

23.4 – A Cobrança pelo uso da água na Política Mineira de Recursos Hídricos

A Constituição Federal de 1988 e as Constituições Estaduais de 1989 possibilitaram que os estados também elaborassem suas legislações próprias sobre recursos hídricos. Devido à grande demora na tramitação e aprovação da lei federal de gestão de recursos hídricos, vários estados se adiantaram e aprovaram suas próprias leis. Isto fez com que as leis estaduais pudessem evidenciar as especificidades de cada região. Em Minas Gerais, foi sancionada, em 20 de junho de 1994, pelo governador do estado, a Lei nº 11.504 sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. A lei mineira seguia então as mesmas diretrizes das leis de outros estados, tais como São Paulo (Lei nº 7.663 de 30/12/1991), Ceará (Lei nº 11.896 de 24/07/1992) e Santa Catarina (Lei nº 9.022 de 06/05/1993).

Na lei mineira nº 11.504/94 estava prevista a adoção dos seguintes instrumentos de gestão: o Plano Estadual de Recursos Hídricos, a outorga de direito de uso, a cobrança, a compensação financeira pela exploração e restrição ao uso dos recursos hídricos, o rateio de custo das obras de aproveitamento múltiplo entre os usuários setoriais e a aplicação de penalidades a infratores da lei. Entretanto, o artigo 11, que trata da outorga de direitos de uso e o artigo 12, que trata da cobrança pelo uso de recursos hídricos, foram vetados na sua totalidade, tornando inócuos também os artigos 13 e 14, que tratam, respectivamente, da implantação da cobrança pelo uso da água e da aplicação dos recursos oriundos da cobrança.

Após a sanção da lei federal nº 9.433, de janeiro de 1997, a Lei estadual mineira nº 11.504/94 ficou defasada, principalmente com relação aos instrumentos de outorga e cobrança que se encontravam vetados, além da necessidade de se incorporar instrumentos e dispositivos previstos na lei federal, como, por exemplo, o enquadramento dos corpos de água em classes segundo seus usos preponderantes.

Assim, foi sancionada no estado de Minas Gerais a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e que revogou a lei anterior. Esta lei incorpora os fundamentos da Política Nacional, mantém os instrumentos de gestão, além de incluir a aplicação de penalidades aos usuários que infringirem as normas de utilização de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Mais recentemente, a edição do Decreto nº 44.046, de 13 de junho de 2005, complementou o arcabouço legal da gestão das águas em Minas Gerais, particularmente no que se refere à aplicação da cobrança pelo uso da água.

No que se refere às definições relacionadas à aplicação da cobrança pelo uso da água, a legislação mineira de recursos hídricos é bem mais precisa do que a lei federal 9.433/97. Nos itens a seguir, serão apresentados comentários sobre fundamentos, objetivos, desenho institucional, condicionantes, critérios e processo de definição de valores a ser cobrados, à luz da legislação mineira e com algumas comparações com o estabelecido na Lei 9.433/97.

23.4.1- Fundamentos e objetivos da cobrança pelo uso da água

A Lei nº 13.199/99, ao definir os fundamentos da política mineira de recursos hídricos, reconhece que a água, além de ser um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, como estabelece a lei federal 9.433/97 (Art. 1º, I), também é dotado de valor ecológico e social, cuja utilização deve ser orientada pelos princípios do desenvolvimento sustentável (Art. 3º, II). Quanto à definição dos objetivos, a legislação mineira também foi bem mais detalhada do que a federal. A Tabela 100 apresenta, de forma resumida, os objetivos da cobrança pelo uso da água.

Tabela 100 – Objetivos da cobrança pelo uso da água

OBJETIVO DA COBRANÇA	Lei federal 9.433/97	Lei [mineira] 13.199/99	Decreto 44.046/05
Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;	X	X	X
Incentivar a racionalização do uso da água;	X	X	X
Obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos;	X	X	X
Incentivar o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio dos custos das obras executadas para esse fim;		X	
Proteger as águas contra ações que possam comprometer os seus usos atual e futuro;		X	
Promover a defesa contra eventos críticos que ofereçam riscos à saúde e segurança públicas e causem prejuízos econômicos ou sociais;		X	
Incentivar a melhoria do gerenciamento dos recursos hídricos nas respectivas bacias hidrográficas;		X	
Promover a gestão descentralizada e integrada em relação aos demais recursos naturais;		X	
Disciplinar a localização dos usuários, buscando a conservação dos recursos hídricos, de acordo com sua classe preponderante de uso;		X	
Promover o desenvolvimento do transporte hidroviário e seu aproveitamento econômico.		X	

Fonte: adaptado da Lei federal 9.433/97, Lei mineira 13.199/99 e Decreto 44.046/05.

23.4.2- Ordenamento institucional para a cobrança pelo uso da água

O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH-MG) é composto pelos seguintes organismos: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/MG), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH's), órgãos e entidades dos poderes estadual e municipais ligados à gestão dos recursos hídricos e às Agências de Bacias Hidrográficas. A Tabela 101 apresenta as instituições integrantes deste sistema que têm competências relacionadas à cobrança pelo uso da água.

Tabela 101 – Instituições que compõem o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais e a cobrança pelo uso da água

INSTITUIÇÃO	DESCRIÇÃO	RELAÇÃO COM A COBRANÇA
Agências de Bacias	Secretaria-executiva dos Comitês de Bacia Hidrográfica	Propõe ao Comitê de Bacia os valores a ser cobrados e, mediante delegação do outorgante, efetua a cobrança
Comitês de Bacia Hidrográfica	Órgãos deliberativos e normativos na sua área territorial de atuação	Estabelece critérios e normas e aprova os valores propostos para cobrança
Conselho Estadual de Recursos Hídricos	Órgão deliberativo e normativo central do SEGRH-MG	Estabelece os critérios e as normas gerais sobre a cobrança
Instituto Mineiro de Gestão das Águas	Gestor do SEGRH-MG	Arrecada (ou, delega para as Agências de Bacia)
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável	Órgão central coordenador do SEGRH-MG	Zela pela manutenção da política de cobrança, observadas as disposições constitucionais e legais aplicáveis

O modelo de gerenciamento de recursos hídricos em implantação em Minas Gerais é fundamentado numa abordagem sistêmica e, nesse caso, para que seus objetivos sejam alcançados, é necessário que cada uma das instituições componentes desse sistema cumpra as atribuições que lhes cabem.

Considerando a bacia hidrográfica do rio Paracatu, que já dispõe de seu comitê e das instituições listadas na Tabela 101, falta a criação da Agência de Bacia ou a definição de qual instituição irá desempenhar este papel. Nesse caso, a legislação mineira foi mais abrangente que a Lei federal 9.433/97, ao criar a possibilidade que consórcios ou associações intermunicipais de bacias hidrográficas, bem como as associações regionais e multissetoriais de usuários de recursos hídricos, legalmente constituídos, possam ser equiparados às agências de bacia hidrográficas, por ato do CERH-MG.

23.4.3- Condições para a cobrança pelo uso da água

O Decreto 44.046, de 13 de junho de 2005, que regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do estado de Minas Gerais, estabeleceu que este instrumento será implementado de forma gradativa, não recairá sobre os usos considerados insignificantes e sua aplicação será condicionada ao atendimento das seguintes condições (Art. 5º):

- a) Aprovação pelos respectivos comitês de bacia hidrográfica e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/MG) dos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica;
- b) Definição dos usos insignificantes pelo respectivo comitê de bacia hidrográfica;
- c) Instituição de agência de bacia hidrográfica ou entidade a ela equiparada, na mesma área de atuação de um ou mais comitês de bacia hidrográfica;

- d) Aprovação, pelo CERH-MG, da proposta de cobrança, tecnicamente fundamentada, encaminhada pelo respectivo comitê de bacia hidrográfica.

Anteriormente, a Lei 13.199/99 havia estabelecido um conjunto de condições para a implantação da cobrança que devem ser acrescentadas às listadas anteriormente (Art. 53):

- a) Desenvolvimento de programa de comunicação social sobre a necessidade econômica social e ambiental da utilização racional e proteção das águas;
- b) Implantação do sistema integrado de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos devidamente compatibilizados com os sistemas de licenciamento ambiental;
- c) Cadastramento dos usuários da águas e da regularização dos direitos de uso;
- d) Articulações do estado com a União e com os estados vizinhos, tendo em vista a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos nas bacias hidrográficas de rios de domínio federal e a celebração de convênios de cooperação técnica;
- e) Proposição de critérios e normas para fixação de tarifas, definição de instrumentos técnicos e jurídicos indispensáveis à implantação da cobrança pelo uso da água.

No que se refere aos usos insignificantes, a Deliberação Normativa nº 09, de 16 de junho de 2004, do CERH/MG, estabelece para a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos UPRH SF 7 (Bacia do rio Paracatu), a vazão máxima de 0,5 l/s para captações e derivações de águas superficiais; as acumulações superficiais com volume máximo de 3.000 m³ e as captações subterrâneas, tais como poços manuais, surgências e cisternas com volume menor ou igual a 10 m³/dia. Observa-se, porém, que o Art. 5º desta Deliberação Normativa estabelece que estas definições são provisórias, cabendo aos comitês de bacia hidrográfica fixarem, em suas respectivas áreas de atuação, as definições de usos insignificantes. Também merece ser destacado que o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu encontra-se finalizado.

23.4.4- Procedimento para o cálculo e fixação dos valores

A Lei 13.199/99, Art. 25, estabelece um conjunto de aspectos que devem ser considerados no cálculo e na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos: nas derivações, nas captações e nas extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação; nos lançamentos de esgotos domésticos e demais efluentes líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente.

O Art. 25 da Lei 13.199/99 estabelece ainda que devem ser considerados no cálculo e na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos: a natureza e as características do aquífero; a classe de uso preponderante em que esteja enquadrado o corpo de água no local do uso ou da derivação; a localização do usuário na bacia; as características e o porte da utilização; a disponibilidade e o grau de regularização da oferta hídrica local; a proporcionalidade da vazão outorgada e do uso consultivo em relação à vazão outorgável; e o princípio de tarifação progressiva em razão do consumo.

Todos os fatores referidos anteriormente poderão ser utilizados, para efeito de cálculo, de forma isolada, simultânea, combinada ou cumulativa, observado o que dispuser o regulamento.

Enquanto não se estabelecerem os critérios de cobrança, a edição do Decreto 44.046/05 criou a possibilidade de a agência de bacia ou entidade a ela equiparada, ou na falta destas entidades, do IGAM poder, mediante expressa autorização dos comitês de bacias hidrográficas, celebrar convênio, termo de ajuste ou outro instrumento congêneres, com entidades públicas e privadas usuárias de águas das respectivas bacias. Tais convênios são criados: para cessão de equipamentos, recursos materiais e humanos, para a realização de trabalhos e para viabilizar ações imediatas que possibilitem, direta ou indiretamente, a melhoria das coleções hídricas, de forma compatível com os planos de ação e diretrizes estabelecidos pelo referido comitê de bacia hidrográfica (Art. 8º).

23.4.5- Destino dos recursos arrecadados com a cobrança

A Lei 13.199/99 foi bem mais precisa na definição dos destinos dos recursos obtidos com a cobrança pelo uso de recursos hídricos que a Lei federal 9.433/97. Segundo estabelece o Art. 28 da Lei 13.199/99, os valores arrecadados com a cobrança serão aplicados na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

- I. no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica (pelo menos dois terços da arrecadação total gerada na bacia hidrográfica);
- II. no pagamento de despesas de monitoramento dos corpos de água e custeio dos órgãos e entidades integrantes do SEGRH-MG, na sua fase de implantação (no máximo 7,5%).

Posteriormente, o Decreto 44.046/99 reforçou as definições anteriores ao estabelecer que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão utilizados exclusivamente na bacia hidrográfica que deu origem à arrecadação, em financiamentos reembolsáveis ou aplicações a fundo perdido, mediante expressa aprovação por parte do respectivo comitê de bacia hidrográfica, garantida a conformidade de aplicação com os Planos de Recursos Hídricos.

23.5 – Complementariedade dos instrumentos da PNRH

A aplicação dos instrumentos da Política de Recursos Hídricos deverá contribuir para a mudança do comportamento da sociedade, promovendo um aumento da conscientização de que a água é um bem precioso, limitado e dotado de valor econômico. A utilização dos instrumentos promoverá a proteção do meio ambiente e do capital natural, colaborará para mitigar os conflitos pelo uso da água, criando condições para que o desenvolvimento sustentável, no âmbito da bacia hidrográfica, seja assegurado.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos é um dos instrumentos de gerenciamento das águas, preconizado na Lei federal nº 9.433/97. Esse instrumento pertence ao conjunto de “ferramentas” (os planos de bacia, o enquadramento das águas, a outorga de direito de uso de recursos hídricos e o sistema de informações em recursos hídricos) que podem ser utilizadas pelos organismos que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH).

Para que os objetivos da Política de Recursos Hídricos sejam alcançados é mister, no que se refere aos usos dos instrumentos, que sejam utilizados em conjunto, pois existe uma forte ligação entre eles, conforme ilustra a Figura 88.



Figura 88 – Principais instrumentos da Política de Recursos Hídricos

Não existe uma condicionante ou ordem de prioridade para se implementar este ou aquele instrumento de gerenciamento. Não está definido no arcabouço legal qual instrumento deve ser implantado em primeiro lugar. Poder-se-ia imaginar que a forma ideal para o correto gerenciamento das águas se daria a partir de informações sobre as disponibilidades hídricas, sobre as demandas dos diversos usuários, sobre o uso e a ocupação dos solos e demais informações, que comporiam um sistema de informações em recursos hídricos.

O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, não mencionado na Figura 88, fornecerá as informações fundamentais para o desenvolvimento dos Planos de Recursos Hídricos, que por sua vez, à medida que são implementados, alimentarão o sistema de informações. Com base nas informações disponíveis e a partir da construção de cenários futuros, seria possível elaborar o plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica.

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política e o gerenciamento dos recursos hídricos. São planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e, entre outros, terão o seguinte conteúdo mínimo: metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Dessa forma, o plano funcionará como um documento estratégico e traduzirá, sob a forma de metas (quantitativas e qualitativas), os objetivos que a sociedade pretende alcançar. Com base nesses objetivos, os demais instrumentos – o enquadramento, a outorga e a cobrança - serão aplicados.

De acordo com o plano de bacia e com a escolha dos usos prioritários das águas em cada trecho do corpo hídrico, seria definido o enquadramento dos corpos de água que, respeitando a legislação, deverá ter características físicas, químicas, biológicas compatíveis com as classes de qualidade das águas. O enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo usos preponderantes, é um instrumento importante de gerenciamento dos recursos hídricos e de planejamento ambiental, uma vez que à medida que estabelece o nível de qualidade (ou classe) em que deve ser mantido determinado trecho de um rio, ao longo do tempo, estabelece prioridades para os usos da água e interfere na concessão de outorgas e na definição de diretrizes para a cobrança pelo uso da água.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos viria, desta forma, repartir entre os diversos usuários interessados, as águas disponíveis em função do critério de outorga a ser adotado e respeitando-se o enquadramento dos corpos de água, quando da permissão para lançamento de efluentes. O sistema de outorgas de direitos de usos de recursos hídricos encontra-se implantado no estado de Minas Gerais. Porém, como aconteceu na maioria dos estados brasileiros, as diretrizes da utilização desse instrumento foram definidas antes da conclusão dos planos de bacias e precisam ser revistas para se adequarem às orientações estabelecidas nesses documentos. Este também é o caso da bacia do rio Paracatu.

Após a implantação do cadastramento dos usuários e sendo emitidas as outorgas de direito de uso de recursos hídricos, seria possível efetuar-se a cobrança pelo uso da água daqueles usuários passíveis de outorga de direito de uso. Os recursos arrecadados seriam aplicados de acordo com os planos de investimentos previstos no plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica. Os novos dados sobre qualidade e quantidade das águas, assim como os dados sobre evolução da dinâmica dos usuários de recursos hídricos na bacia seriam, novamente, inseridos no banco de dados do sistema de informações e os demais instrumentos seriam permanentemente atualizados.

23.6 – Condicionantes para a Implantação da Cobrança pelo Uso da Água no Estado de Minas Gerais

A legislação mineira estabeleceu uma série de condicionantes que devem ser cumpridas, seja pelo órgão gestor de recursos hídricos, seja pelo comitê de bacia e / ou agência de bacia ou entidade a ela equiparada, para implantação da cobrança, operacionalização e aplicação dos recursos financeiros arrecadados.

23.6.1 – Lei Estadual no 13.199, de 29 de janeiro de 1999

A Lei estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelece que algumas ações devem ser desenvolvidas antes da implantação da cobrança. O artigo 53 dessa lei estabelece que a implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos será precedida de:

- I. Desenvolvimento de programa de comunicação social sobre a necessidade econômica, social e ambiental da utilização racional e proteção das águas;
- II. Implementação do sistema integrado de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, devidamente compatibilizados com os sistemas de licenciamento ambiental;
- III. Cadastramento dos usuários da água e da regularização dos direitos de uso;
- IV. Articulações do Estado com a União e com os estados vizinhos, tendo em vista a implantação da cobrança nas bacias hidrográficas de rios de domínio federal e a celebração de convênios de cooperação técnica;
- V. Proposição de critérios e normas para a fixação de tarifas, definição de instrumentos técnicos e jurídicos indispensáveis à implantação da cobrança pelo uso da água.

Dos condicionantes estabelecidos pela Lei estadual nº 13.199/99, o programa de comunicação social poderá ser desenvolvido pelo próprio CBH-Paracatu e não deverá se constituir em problema que dificulte o início da implantação da cobrança.

Quanto à integração dos sistemas de outorgas com o de licenciamento ambiental, a Resolução SEMAD nº 360, de 11 de agosto de 2005, estabelece normas para integração dos processos de autorização ambiental de funcionamento, de licenciamento ambiental, de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de autorização para exploração florestal (APEF), no estado de Minas Gerais. Essa resolução possibilita a pretendida integração entre os processos autorizativos emitidos pelos órgãos responsáveis pela outorga de direito de uso dos recursos hídricos e os sistemas de licenciamento ambiental.

O cadastramento dos usuários de água é outro condicionante fixado pela Lei estadual nº 13.199/99. Além do cadastro efetuado quando da elaboração do PDRH-Paracatu, em 1996, um novo cadastramento de usuários está sendo realizada na bacia do rio São Francisco, da qual a bacia do rio Paracatu é integrante.

O quarto condicionante fixado pela Lei estadual nº 13.199/99 (articulação com os estados vizinhos e União), merece uma atenção especial na bacia do rio Paracatu, que possui um afluente em sua margem esquerda que é um rio de domínio federal: o rio Preto. Certamente, haverá necessidade de articulação do Estado com a União, com a celebração de convênio para o estabelecimento da cobrança pelo uso de recursos hídricos dos usuários neste curso de água.

O quinto condicionante foi, praticamente, atendido com a edição do Decreto nº 44.046, de 13 de junho de 2005, que regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais. O artigo 38 da Lei nº 13.199/99 estabelece que as agências de bacias hidrográficas ou entidades a elas equiparadas por ato do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG) atuarão como unidades executivas descentralizadas de apoio aos respectivos comitês de bacia hidrográfica e responderão pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos, na sua área de atuação. Esta agência ou entidade deverá ser criada, na forma da lei, para operacionalizar a cobrança pelo uso da água.

23.6.2 – Decreto nº 41.578, de 08 de março de 2001

O Decreto nº 41.578/2001, que regulamenta a Lei nº 13.199/99 estabelece em seu artigo 41 que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, no âmbito dos comitês de bacia hidrográfica, será efetuada pelas respectivas agências de bacia ou entidades a elas equiparadas. No parágrafo único deste mesmo artigo esclarece que na falta da unidade executiva descentralizada (agência ou entidade equiparada), o IGAM poderá efetuar a cobrança. O artigo 71 do Decreto, inclusive, faculta ao IGAM a possibilidade de atuar supletivamente no que se refere às competências das agências de bacia hidrográfica.

Verificada a dificuldade do estabelecimento do caráter jurídico da agência de bacia hidrográfica (nas discussões em curso até a data de edição do Decreto), pretendeu o legislador criar esta possibilidade, de forma a não paralisar a implantação do sistema de gerenciamento de recursos hídricos. A legislação mineira atribuiu às agências de bacia hidrográfica, além da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, importantes tarefas que permitirão o planejamento das ações, o desenvolvimento de planos e projetos e a implantação de melhorias, no que se refere à quantidade e qualidades das águas.

O artigo 43 do Decreto nº 41.578/01, em seu parágrafo segundo, estabelece que a cobrança pelo uso de recursos hídricos implementar-se á após aprovação da etapa dos Planos Estadual de Recursos Hídricos e Diretores de Bacias Hidrográficas, que contiver as diretrizes e critérios de compensação pelos usuários públicos e privados, ou seja, para a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

No parágrafo segundo do mesmo artigo 43, há a expressa possibilidade de se iniciar a cobrança pelo princípio da tarifação progressiva em razão do consumo, enquanto não ocorrer a aprovação dos respectivos Planos Diretores de Bacias Hidrográficas. Verifica-se até este ponto do estudo, após o exame daqueles diplomas legais, que não há impedimentos para a implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas, uma vez atendidas as seguintes exigências mínimas:

- Cadastramento dos usuários de água da bacia e regularização do direito de uso de recursos hídricos;
- Divulgação da política de recursos hídricos, informando sobre a importância do uso racional da água (bem econômico, escasso e finito) e da necessidade da proteção dos mananciais;
- Existência de entidade arrecadadora dos recursos financeiros advindos da cobrança pelo uso da água;
- Estabelecimento de diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso da água.

23.6.3 – Decreto nº 44.046, de 13 de Junho de 2005

Esse Decreto trata exclusivamente da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Esse instrumento legal se fazia necessário para esclarecer diversos artigos e parágrafos da Lei nº 13.199/99 e do Decreto nº 41.578/01 relativos à cobrança e que necessitavam de regulamentação.

No que se refere aos condicionantes para a implantação da cobrança, o Capítulo III – Das Condições para a Cobrança, estabelece:

Artigo 5º - A cobrança pelo uso de recursos hídricos será vinculada à implantação de programas, projetos, serviços e obras, de interesse público, de iniciativa pública ou privada, definidos nos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, aprovados previamente pelos respectivos comitês de bacia hidrográfica e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG e estará condicionada ao disposto no art. 53 da Lei nº 13.199 de 1999, e ainda:

I. A definição dos usos insignificantes pelo respectivo comitê de bacia hidrográfica;

II. A instituição de agência de bacia hidrográfica ou entidade a ela equiparada, na mesma área de atuação de um ou mais comitês de bacia hidrográfica;

III. A aprovação pelo CERH-MG da proposta da cobrança tecnicamente fundamentada, encaminhada pelo respectivo comitê de bacia hidrográfica.

Em relação ao primeiro condicionante (usos insignificantes), a Deliberação Normativa nº 09, de 16 de junho de 2004, do CERH-MG, que trata dos usos insignificantes, estabelece para a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos UPGRH SF 7 (Bacia do rio Paracatu), a vazão máxima de 0,5 l/s para captações e derivações de águas superficiais; as acumulações superficiais com volume máximo de 3.000 m³ e as captações subterrâneas, tais como poços manuais, surgências e cisternas com volume menor ou igual a 10 m³/dia. O art. 5º desta Deliberação Normativa estabelece que estas definições são provisórias, cabendo aos comitês de bacia hidrográfica fixarem em suas respectivas áreas de atuação, as definições de usos insignificantes.

O artigo 6º do Decreto nº 44.046/2005 estabelece que cobrança pelo uso de recursos hídricos somente poderá ser iniciada pelo princípio da tarifação progressiva, previsto no artigo 4, § 3º do Decreto nº 41.578/01, uma vez cumpridas as condicionantes já citadas.

Ainda no Decreto nº 44.046/05, o artigo 18 do Capítulo VI – Do Processo de Implantação, estabelece que os procedimentos administrativos para a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão realizados pelas agências de bacias hidrográficas ou entidades a elas equiparadas, por delegação do IGAM, após o cumprimento das condicionantes dos artigos 5º e 6º deste Decreto, cabendo-lhes, além do que determina o artigo 45, da Lei nº 13.199 de 1999, uma série de tarefas tais como: analisar e emitir pareceres sobre projetos e obras a serem financiadas com recursos gerados pela cobrança, encaminhar ao agente financeiro oficial os projetos aprovados, autorizar a contratação de financiamentos, requerer junto à instituição financeira contratada a emissão de documentos de cobrança e, ainda, propor e analisar medidas de aperfeiçoamento do sistema de faturamento, cobrança e arrecadação.

23.6.4 – Condicionantes Operacionais

Verifica-se que, além das condicionantes estabelecidas no arcabouço legal, outras condicionantes se fazem presentes e são, talvez, as mais difíceis de serem cumpridas:

- I. A primeira pré-condição para o estabelecimento da cobrança pelo uso da água é o entendimento da sua necessidade e importância pelas comunidades e usuários da água na bacia hidrográfica do rio Paracatu. Uma vez que a cobrança “condomínial” deverá ser fruto de ampla negociação e de estabelecimento de pacto entre os usuários da água, há a necessidade do desenvolvimento do processo de negociação no âmbito do comitê da bacia;
- II. Para a operacionalização da arrecadação, há a necessidade de se detalhar os procedimentos administrativos e nomear entidade financeira para emissão das guias de cobrança, entre outras providências. Conforme preconiza o Decreto nº 44.046/05 há a necessidade da elaboração de Manual Técnico Econômico Financeiro e Operacional da Cobrança, contendo normas, condições e procedimentos para a aplicação dos recursos financeiros;
- III. Para a efetivação da cobrança, é necessário que o comitê tenha um Plano de Investimentos para aplicação dos recursos financeiros advindos da cobrança. Tais investimentos também estão sujeitos a análises, pareceres e aprovações, conforme determina o Decreto nº 44.046/05.

Concomitantemente ao estudo da fórmula da cobrança, do estudo das tarifas relativas aos diversos setores usuários, diversos processos devem ser deflagrados de forma a estabelecer

condições para a real implantação do instrumento de gestão que é a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

23.7 – Diretrizes para a Cobrança pelo Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu – MG

O modelo de gestão de recursos hídricos adotado no Brasil e em Minas Gerais deve ser, entre outros, descentralizado, participativo e sistêmico. Devido a essa natureza sistêmica do processo de gestão, tanto as diferentes entidades integrantes do sistema, como os próprios instrumentos de gestão devem funcionar de forma integrada, para que alcancem seus objetivos.

A natureza sistêmica, descentralizada e participativa do modelo de gestão de recursos hídricos também está refletida no conjunto dos instrumentos adotados pela política hídrica. Os diferentes instrumentos – mais particularmente: planos de bacias, enquadramento de corpos de água, outorga de direitos de uso de recursos hídricos e cobrança pelo uso da água – estão fortemente associados uns com os outros e a utilização de um, individualmente, cria a possibilidade de desvirtuamento dos objetivos previstos na própria lei. Por exemplo, se a cobrança pelo uso da água não for aplicada seguindo as orientações estabelecidas no PDRH, poderá ser transformada em um mero instrumento de arrecadação, deixando de cumprir os demais objetivos que a legislação de recursos hídricos estabelece (indicar para os usuários o valor real da água, estimular o uso racional, etc.).

Os itens que se seguem apresentarão alguns aspectos relativos à definição de diretrizes para a cobrança pelo uso da água, sendo essa considerada um dos instrumentos de gestão previstos na política nacional de recursos hídricos.

23.7.1 – Diretrizes ambientais

O enquadramento de corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes, também estabelecido pela Lei 13.199/99, visa a assegurar uma qualidade de água compatível com os usos mais exigentes e diminuir os custos de combate à poluição da água, mediante ações preventivas permanentes.

Nas decisões de enquadramento dos corpos de água (e, portanto na definição do esforço e do custo de controle da qualidade das águas), estarão implícitas as escolhas dos atores sociais e econômicos da bacia quanto à prioridade a ser dada, em cada trecho de rio, aos usos diretos e demais atividades relacionadas com a água. Decisões quanto ao enquadramento das águas que afetem as atividades na bacia geram custos ambientais que, quando de alguma forma mensuráveis, poderão ser repassados aos usuários.

Também é importante destacar que a cobrança não incidirá sobre atividades que, embora aparentemente dispensadas da outorga (por não serem usos diretos), têm grande influência sobre a qualidade das águas (como disposição de lixo nas proximidades dos rios e as práticas de manejo dos solos e da cobertura vegetal que favorecem a erosão). Nestes casos, a ação fiscalizatória e punitiva das autoridades competentes deverá ser solicitada pelo sistema comitê/agência, no sentido de evitar que o ônus financeiro da preservação da qualidade das águas recaia exclusivamente sobre os indivíduos e/ou instituições legalmente enquadrados como usuários para efeito de outorga e, portanto, cobrança.

23.7.2 – Diretrizes econômico-financeiras

É recomendável que as discussões sobre os objetivos de qualidade a serem buscados na bacia sejam discutidos à luz dos esforços financeiros necessários. É importante que o comitê confronte a qualidade desejada para os corpos de água da bacia com os recursos financeiros necessários para alcançar tal qualidade. Uma vez definidos os objetivos de qualidade a alcançar nas diversas partes da bacia, alguns objetivos econômicos podem ser estabelecidos e são sugeridos alguns procedimentos:

a) Uma certa “calibração” nos preços para sinalizar aos usuários o nível de utilização desejado nos locais onde haja necessidade de restrição ao uso, incluindo um mecanismo de controle de níveis desejados de arrecadação;

b) Os preços deverão promover a distribuição equitativa do esforço de racionalização da água requerido entre os usuários;

c) Os preços deverão garantir um patamar de arrecadação no mínimo suficiente para o custeio do sistema de gestão dos recursos hídricos (comitê / agência) e a implementação de medidas relacionadas direta ou indiretamente com o monitoramento das águas;

d) Deve ser verificada a questão do custo-eficiência administrativa do sistema de cobrança, ou seja, a parcela da arrecadação comprometida com o gerenciamento do próprio sistema, sugerindo-se ainda:

- recurso máximo a informações disponíveis e à aplicação de procedimentos simplificadores na formação e atualização do banco de dados (cadastro) de usuários da água;
- escolha adequada de critérios de cálculo dos valores a serem faturados aos usuários, enquadrando a maior proporção possível deles em procedimentos simplificados (como tabelas padronizadas por setor de atividade e escala de operação);
- cobrança, sempre que possível, aos usuários de grande porte (com base em dados de projeto e automonitoramento), reduzindo as medições diretas ao mínimo necessário, para atingir adequada eficiência de fiscalização e atendimento aos pedidos de modificação de *status* no banco de dados (alteração de dados de uso em função de novos projetos ou reclassificação em tabelas de categorias padronizadas);
- utilização prioritária de sistemas de cobrança já implantados (inclusão do preço da água nas contas domiciliares de serviços de água e esgotos existentes ou nos impostos cobrados pelas municipalidades, etc.);
- acordos para unificação e racionalização dos esforços de acompanhamento do desempenho das atividades sujeitas à outorga e licenciamento ambiental que estejam incluídas no cadastro de usuários-pagadores, no que diz respeito aos sistemas de fiscalização.

23.7.3 – Diretrizes de temporalidade

Como a pressão de uso sobre os recursos hídricos da bacia do Paracatu é ainda relativamente suave, provavelmente abaixo da capacidade de suporte na maior parte dos trechos fluviais (o que em princípio dispensaria a cobrança como elemento disciplinador), a tendência é que a cobrança pelo uso da água na bacia seja iniciada com base nos preços mínimos. Nesta

hipótese, a cobrança teria em seus primeiros momentos, por um lado, um papel fundamentalmente educativo (sinalizando uma mudança qualitativa do tratamento dado à gestão dos recursos hídricos) e por outro, de geração de recursos iniciais para estruturação do sistema comitê/agência.

Mesmo que a cobrança se inicie com preços mínimos, são apresentadas algumas sugestões:

- mesmo quando houver intenção, por parte de um usuário, de reduzir a utilização em função da sinalização de preços, será demandado algum tempo para o acesso às novas tecnologias, elaboração de projetos e execução de obras que reduzam o consumo de água;
- os preços calibrados para ajustar o uso devem ser fixados com antecipação suficiente em relação à sua vigência, dando tempo aos usuários para efetivação das medidas de racionalização do uso da água por eles decididas;
- como haverá uma margem ponderável de imprecisão nos cálculos que levarão aos preços unitários (modelagem simplificadora do universo de usuários, estimativas de impactos na qualidade das águas, etc.), a gradualidade na vigência dos valores estabelecidos a cada ciclo de cálculo é também recomendável por medida de prudência quanto a efeitos indesejáveis de eventuais superestimativas de preços sobre a competitividade econômica das atividades produtivas da bacia. Assim, quando detectadas eventuais superestimativas, haverá tempo para introduzir as correções cabíveis;
- é de se esperar que, com o passar do tempo e com a intensificação do uso, a tendência ao aumento da cobrança, sendo importante que os usuários sejam esclarecidos a este respeito. A divulgação desta tendência a longo prazo e a colocação da política de gradualidade a médio prazo, favorecerão o planejamento antecipado das ações de racionalização por parte dos usuários.

23.7.4 – Diretrizes jurídico-institucionais

O rio Paracatu é um importante afluente do rio São Francisco, rio de domínio da União. Para a implantação de um sistema de cobrança pelo uso da água na bacia do Paracatu, seria conveniente iniciar a discussão sobre os modelos desejados para os sistemas de cobrança pelo uso da água nas bacias de MG, GO, DF e também com os demais estados formadores da bacia do rio São Francisco, bem como a própria União. Também é importante aprofundar a discussão sobre a formatação da agência ou entidades a ela equiparada de maneira a operacionalizar a cobrança, bem como demais discussões com órgãos gestores de recursos hídricos.

23.7.5 – Diretrizes para estudos técnicos que antecedem a cobrança

No exame das diretrizes precedentes, para orientar a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos, ressalta-se a necessidade de se obter uma gama de informações técnicas específicas, que são necessárias à adequada implantação deste instrumento da bacia do rio Paracatu.

- Como base para a definição de preços para a cobrança, será necessário aprofundar os conhecimentos sobre a qualidade da água nos principais rios da bacia e acompanhar a sua evolução através do monitoramento físico, químico e biológico das águas e sedimentos;

- Face ao papel central desempenhado pelo enquadramento no planejamento e na gestão dos recursos hídricos, estes estudos e proposições são um passo da mais alta prioridade para a continuidade, em termos gerais, do processo iniciado com o Plano Diretor da Bacia do Paracatu, e, particularmente, para visualização dos objetivos ambientais a serem perseguidos mediante a cobrança pelo uso da água;
- A implantação e a manutenção de um cadastro de usuários também deverá ter alta prioridade a partir do momento em que o comitê de bacia decida pelo início efetivo das medidas preparatórias para o planejamento e a implantação do sistema de cobrança pelo uso da água;
- É fundamental aprofundar o processo de regulação dos usos, através dos processos de outorgas, com a devida fiscalização, para assegurar que os consumos estejam obedecendo aos limites estabelecidos nas outorgas;
- Para a modelagem econômico-financeira da cobrança pelo uso de recursos hídricos, várias informações e quesitos se tornam indispensáveis: padrões de consumo e emissão de poluentes por tipo de atividade usuária, pesquisa sobre disposição a pagar, estimativas dos custos ambientais quantificáveis, avaliação dos custos de implantação e operação de sistemas regionais de gestão, avaliação dos impactos sobre as atividades produtivas e definição de indicadores que possibilitem a verificação e revisão dos resultados obtidos.

Verifica-se, portanto, que são ainda pertinentes e extremamente úteis as diretrizes apresentadas nos estudos do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paracatu e que deverão ser aprofundadas e considerados no presente estudo.

23.8 – Bases para a Cobrança pelo Uso da Água na Bacia do Rio Paracatu

A introdução da cobrança pelo uso da água é uma decisão política que deverá ser tomada pelo Comitê de Bacia, com base nas análises aqui apresentadas. Ela pode ser vista como oportuna, seja pela ótica econômica, que visa a sinalizar ao usuário o valor econômico da água, dado pelo seu custo de oportunidade, ou pela ótica financeira, que visa à plena recuperação dos custos de gestão, investimento, operação e manutenção dos sistemas de disponibilização. A análise da experiência internacional indicou que nenhum país do mundo se preocupa seriamente em implementar a cobrança visando ao primeiro objetivo. Portanto, supõe-se que, no Brasil, a cobrança deverá adotar a ótica financeira, visando à recuperação de custos, total ou parcial.

A cobrança realizada deverá, portanto cobrir:

- a) os custos de gestão, ou seja, “no pagamento de despesas de monitoramento dos corpos de água e custeio dos órgãos e entidades integrantes do SEGRH-MG, na sua fase de implantação”, conforme dispõe o inciso II do artigo 28 da Lei 13.199/99, com limite estabelecido em seu parágrafo segundo de 7,5% do total arrecadado com a cobrança.
- b) “no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica”; conforme o inciso I do mesmo artigo 28 da Lei 13.199/99.

Esse segundo item envolve, tanto os custos de investimento, quanto os de operação e de manutenção. Como os primeiros ocorrem antes da materialização dos projetos, a cobrança permitirá, total ou parcialmente, recuperá-los, dentro de um período pré-determinado. Eventualmente, a cobrança permitirá que sejam cobertos diretamente os custos de amortização dos financiamentos que foram contraídos para viabilizar os investimentos. Os custos de operação e de manutenção devem ser pagos ao longo do funcionamento dos projetos, devendo a cobrança gerar recursos para tanto.

Diante desse quadro, a cobrança poderá ser concebida como formada por três parcelas:

I.a que paga os custos de gestão;

II.a que recupera os custos de investimento;

III.e a que paga os custos de operação e de manutenção.

Para cada um desses custos, deverá ser proposto um indicador a partir do qual será determinado o valor a ser pago por cada usuário de água. Uma proposta de indicadores que pode ser apresentada é:

1. Indicador de custo de gestão: é difícil estabelecer-se esse indicador já que se trata de um custo não separável entre usuários. Ou seja, não é possível com clareza determinar-se com que intensidade cada usuário de água onera esse item. Diante disto, a opção mais adequada poderá ser que esse custo seja arrecadado pela cobrança de cada usuário proporcionalmente à soma dos valores dos segundo e terceiro custos. Desta maneira, pagarão maior proporção dos custos de gestão os usuários que pagarem mais custos de investimento, operação e manutenção.
2. Indicador de custo de investimento: esse indicador deverá ser mensurado pelo uso potencial, e não real, que o usuário faz do sistema de disponibilização de água, pois é o uso potencial que determina a capacidade final desses sistemas e, portanto, os investimentos. Desta forma, para o uso na irrigação, o indicador seria a área potencialmente irrigável. No que diz respeito ao abastecimento doméstico, o indicador seria algum tipo de quantificação que permita a estimativa de consumo máximo, como área do imóvel, etc.
3. Indicador de custo de operação e de manutenção: esse indicador deverá ser mensurado pelo uso real de água, ou pela estimativa de uso.

A Política Nacional de Irrigação, instituída pela Lei 6.662/79 e regulamentada pelo Decreto 89.496/84, instituiu uma tarifa binômica para fornecimento de água para a irrigação que segue a mesma racionalidade apresentada para cobrar os custos 2 e 3 anteriores.

Embora o esquema anterior apareça como o mais criterioso, na medida em que seja adotada a ótica financeira para a cobrança, cabe comentar que existem vantagens em se buscar esquemas mais simplificados, pelo menos no início da implementação desse instrumento de gestão no Brasil. Devido a isto, se propõe que seja simplesmente estabelecido um preço pela água, cobrado proporcionalmente ao seu consumo, estimado de forma direta (medido) ou indireta. Esse é o esquema que tem sido adotado no Ceará, por exemplo.

A vantagem desse sistema é exatamente a sua simplicidade, o que não confundiria os usuários e facilitaria as estimativas dos valores a serem cobrados. Adiante, quando houver a

implementação da cobrança, será possível buscar esquemas mais elaborados, tendo-se como informação, inclusive, os resultados da cobrança com a estrutura mais simples. Por isto, nesse estudo, adotou-se um valor a ser cobrado baseado simplesmente na estimativa de uso da água pelo usuário.

23.8.1 – Bases da cobrança pelo uso da água

As bases de cobrança pelo uso de água variarão com o tipo de uso. O ideal seria estabelecer-se a cobrança tendo por base o volume de água utilizado, de forma a que seja estimulada a racionalização. Entretanto, esse esquema necessitaria de hidrometração, que poderia incrementar substancialmente os custos dos usuários. Por exemplo, foi estimado que, em situações bastante genéricas, o custo de aplicação de tarifas volumétricas na agricultura irrigada podem superar em 10% a receita obtida (TSUR & DINAR, 1997).

Algumas alternativas de cobrança seriam:

- Preço volumétrico: os preços são estabelecidos por volume de água, baseado em dados cadastrais ou medidas de volumes consumidos de água; pode ser usado por qualquer usuário, apesar da necessidade de hidrometração.
- Preço-área: para uso na irrigação: preços baseados na área irrigada ou em estimativas de consumo volumétrico baseadas na cultura, nas técnicas de irrigação, na estação do ano, etc.
- Preço-energia: quando a área é obtida por recalque com energia elétrica, o consumo de energia pode ser proporcional ao de água e ser usada a conta de energia para cobrar a água; pode ser usada para qualquer usuário, especialmente aqueles cujo manancial é subterrâneo;
- Preço por bloco: diferentes preços são estabelecidos por consumo esperado de volumes de água, com diferentes propósitos;
- Preço binomial: a fatura total é composta por duas partes: uma fixa, relacionada à capacidade instalada de consumo (por exemplo, a área potencialmente irrigável), voltada a recuperar os custos fixos para suprimento de água, geralmente relacionados às obras físicas e ao gerenciamento de recursos hídricos; e outra variável, relacionada ao consumo efetivo de água, que recupera os custos de operação, manutenção e energia.
- Preço (ou contribuição) de melhoria: a cobrança se baseia no incremento do valor de mercado da propriedade (terra, na agricultura, imóvel, no caso de consumo urbano ou rural), decorrente da disponibilização de água para irrigação;

As seguintes propostas de cobrança devem ser consideradas:

23.8.1.1- Abastecimento urbano

O pagador será a concessionária municipal dos serviços de abastecimento público, em geral a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Poderá ser adotado um preço volumétrico, pois existem informações sobre a água outorgada.

23.8.1.2- Abastecimento industrial

Como são indústrias auto-abastecidas, elas deverão ser cobradas individualmente, em geral. Quando formarem um distrito industrial a sua administração deverá ser objeto de cobrança. O repasse às indústrias será realizado pela própria administração. Dependendo da situação, poderá ser adotado um preço volumétrico. Esse é o caso de distritos industriais onde seria possível a instalação de hidrômetros. Nos demais casos de indústrias isoladas, além da hidrometração, haveria a possibilidade de adoção do preço-energia.

23.8.1.3- Irrigação

A opção preço-área seria a mais adequada, pelo menos no início do processo. Projetos de irrigação mais tecnificados, agrupados em Associações de Irrigantes ou em Distritos de Irrigação, poderão ser hidrometrados nos próprios canais de adução.

23.9 – Bases para Simulação da Cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu

A experiência brasileira em aplicação da cobrança pelo uso da água é ainda muito incipiente. Entretanto, o país já conta com a experiência do Ceará e da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Mais recentemente, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) aprovou sua proposta de cobrança. A estrutura tarifária, bem como os valores praticados ou propostos nessas experiências serão utilizados para apoiar as simulações da cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Paracatu.

23.9.1 – Simulação 1 – Estrutura e valores praticados no estado do Ceará

A tarifa a ser cobrada pelo uso dos recursos hídricos no estado do Ceará é calculada utilizando a equação a seguir (art. 2º do Decreto 27.271/2003):

$$T(u) = \frac{T * V_{ef}}{\text{Consumo}} \quad \text{(Equação)}$$

Onde:

T(u) – tarifa do usuário;

T – tarifa padrão sobre o volume consumido;

V_{ef} – Volume mensal consumido pelo usuário.

O art. 3º do Decreto 27.271/2003 apresenta os novos valores da tarifa padrão sobre o consumo de água no estado do Ceará, que está apresentado na Tabela 102.

Tabela 102 – Valores da tarifa a ser cobrada pelo uso dos recursos hídricos no Ceará

Tipo de Uso		Tarifa Padrão (R\$/1.000 m³)
Abastecimento Público	Região Metropolitana	55,00
	Interior do Estado	26,00
Indústria		803,60
Piscicultura	Em tanques escavados	13,00
	Em tanques rede	26,00
Carcinicultura		26,00
Água Mineral e Água Potável de mesa		803,60
Irrigação (Em função do consumo mensal)	1.441 m ³ /mês até 5.999 m ³ /mês	2,50
	6.000 m ³ /mês até 11.999 m ³ /mês	5,60
	12.000 m ³ /mês até 18.999 m ³ /mês	6,50
	19.000 m ³ /mês até 46.999 m ³ /mês	7,00
	A partir de 47.999 m ³ /mês	8,00
Demais Categorias		55,00

Fonte: Decreto de 27.271 de 28 de novembro de 2003 (D.O.E. do Ceará, Edição de 03/12/2003)

23.9.2 – Simulação 2 – Estrutura e valores praticados no CEIVAP

As Tabelas 103 e 104 a seguir apresentam a sistemática da cobrança com os valores para os diferentes tipos de usuários, praticados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Tabela 103 – Sistema de cobrança pelo uso da água no CEIVAP

TIPO DE USO	FÓRMULA
Captação	$C = Q_{CAP} \times K_0 \times PPU$
Consumo	$C = Q_{CAP} \times K_1 \times PPU$
Lançamento	$C = Q_{CAP} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times PPU$
Setor Elétrico	$C = GH \times TAR \times P$
Preços	C - valor da conta (R\$/mês)
	PPU – Preço Público Unitário (R\$/m ³)
	TAR – Tarifa Atualizada de Referência definida com base na Resolução da ANEEL n.º 66, de 22/02/ 2001, em R\$/MWh;
Coeficientes	K ₀ – Multiplicador de preço unitário para captação (<1)
	K ₁ - Coeficiente de consumo para a atividade em questão
	K ₂ - % do volume de efluente tratado em relação ao total produzido
	K ₃ - Nível de eficiência de redução de DBO na ETE
	P – percentual definido pelo CEIVAP a título de cobrança sobre a energia gerada
Quantidades	Q _{CAP} - Volume de água captada durante um mês (m ³ /mês)
	GH – total da energia gerada por uma PCH em um determinado mês, em MWh

Fonte: Baseado nas Deliberações n.ºs 8 e 15 do CEIVAP (2001 e 2002)

Tabela 104 – Valores praticados na bacia do Paraíba do Sul

TIPO DE USO	PPU (R\$/m ³)	TAR (R\$/MWh)	Ko (Adim.)	P (%)
Industrial	0,02	-----	0,40	-----
Saneamento	0,02	-----	0,40	-----
Agropecuária	0,0005	-----	0,40	-----
Aqüicultura	0,0004	-----	0,40	-----
PCH's	-----	39,43	-----	0,75

Fonte: Baseado nas Deliberações nºs 8 e 15 do CEIVAP (2001 e 2002)

23.10 – Avaliação dos Usos da Água na Bacia do Rio Paracatu

As estimativas das demandas hídricas na bacia do rio Paracatu foram apresentadas, anteriormente, e esse item recuperará algumas dessas informações, com o objetivo de subsidiar as avaliações sobre os usos de água nessa bacia.

23.10.1 – Avaliação das demandas de água na bacia hidrográfica do rio Paracatu

O PDRH-Paracatu (2005), para fins de estimativa de demandas, adotou os valores apresentados pela ONS (2003). As Tabelas 105 e 106 apresentam, respectivamente, a evolução das demandas na bacia hidrográfica do rio Paracatu e os coeficientes de consumo.

Tabela 105 - Evolução da vazão retirada na bacia do rio Paracatu (m3/s)

USO	ANO											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Urbano	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,7	0,73	0,76	0,8	0,84
Rural	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Irrigação	7,98	8,34	8,79	9,31	9,86	10,45	11,07	11,73	12,43	13,17	13,95	14,78
Animal	0,64	0,65	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,69	0,7	0,7	0,71	0,72
Industrial	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
Total	9,23	9,63	10,1	10,67	11,25	11,87	12,53	13,24	13,98	14,75	15,58	16,47

Fonte: PDRH-Paracatu (2005) apud ONS (2003)

Tabela 106 - Coeficientes de consumo adotados para a bacia do rio Paracatu

Uso	Coefficiente de Consumo (%)
Urbano	20 %
Irrigação	80 %
Animal	80 %
Industrial	20 %

Fonte: PDRH-Paracatu (2005) apud ONS (2003)

Tomando-se por referência o ano 2004, observa-se que a demanda correspondente aos setores de irrigação e industrial representa, respectivamente, 86% e 1% do total. A Figura 89 apresenta os pesos de cada tipo de demanda.

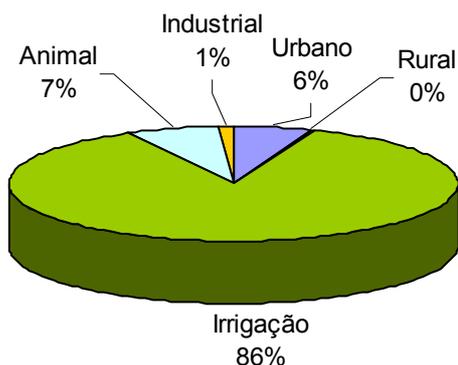


Figura 89 – Distribuição das demandas, segundo os tipos de usos

23.10.2 – Avaliação das outorgas na bacia hidrográfica do rio Paracatu

As outorgas já emitidas na bacia hidrográfica do rio Paracatu representam outra alternativa para avaliar os usos da água nessa bacia. A Tabela 107 apresenta a situação das outorgas na referida bacia.

Tabela 107 – Situação das outorgas na bacia hidrográfica do rio Paracatu (2004)

Usos	Outorgas Emitidas			
	Quant.	(%)	(m ³ /s)	(%)
Consumo Humano	24	3,15%	0,337	0,44%
Dess. de Animais	16	2,10%	0,071	0,09%
<i>Irrigação</i>	<i>696</i>	<i>91,22%</i>	<i>73,459</i>	<i>95,74%</i>
Industrial	13	1,70%	2,772	3,61%
Outros	14	1,83%	0,093	0,12%
Total	763	100,00%	76,731	100,00%

Conforme pode ser observado na Tabela anterior, a irrigação é responsável por 91% das outorgas já emitidas, o que representa 96% dos volumes totais. No que se refere aos volumes já outorgados, a indústria é responsável por 3,6% do total, enquanto o consumo humano é responsável por 0,44% do total. A Figura 90 apresenta a distribuição das outorgas segundo os tipos de usos.

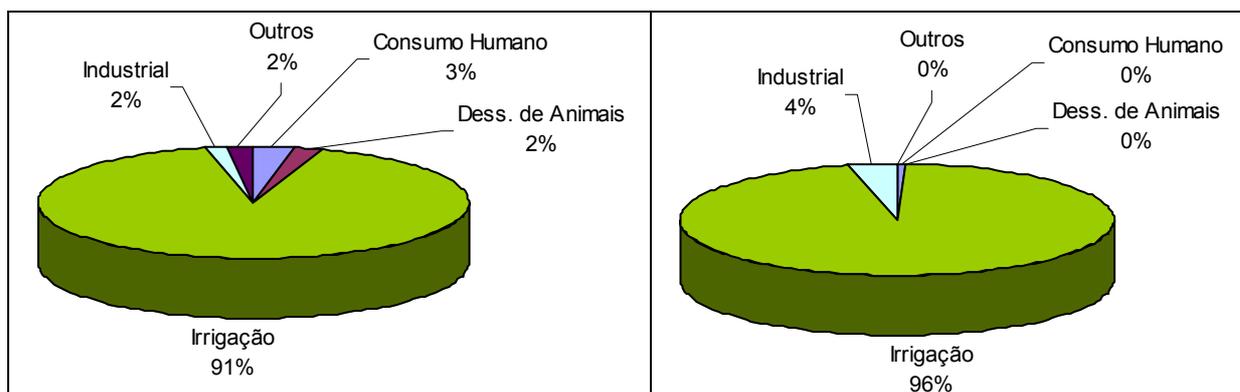


Figura 90 – Distribuição das outorgas emitidas, segundo a quantidade e segundo os volumes

O PDRH-Paracatu (2005) apresenta uma estimativa da evolução das vazões outorgadas, que estão reproduzidas na Tabela 108.

Tabela 108 – Evolução das vazões outorgadas

USO	ANO											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Urbano	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54
Irrigação	39,74	41,58	43,78	46,38	49,14	52,06	55,16	58,44	61,92	65,61	69,51	73,64
Animal	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Industrial	2,77	2,81	2,87	2,94	3,01	3,09	3,16	3,24	3,32	3,40	3,48	3,57
Total	42,92	44,81	47,09	49,77	52,62	55,64	58,84	62,22	65,80	69,59	73,59	77,83

23.11 – Simulação da Cobrança pelo Uso da Água

Para orientar as negociações sobre os valores a serem praticados pela cobrança pelo uso da água, algumas simulações serão realizadas a seguir. Elas se baseiam em valores unitários encontrados na literatura.

23.11.1 – A experiência do Ceará como referência

A estrutura tarifária utilizada no Ceará foi aplicada aos usuários da bacia hidrográfica do rio Paracatu (abastecimento urbano, industrial e irrigação), adotando-se as seguintes premissas:

- Abastecimento urbano – considerou-se o preço praticado no interior do estado do Ceará (R\$ 26,00/1.000 m³) e um consumo contínuo, 24 horas/dia, durante todo o ano;
- Irrigação – considerou-se o menor preço praticado no Ceará (R\$ 2,50/1.000 m³) e um consumo durante 15,3 horas/dia, 25,8 dias/mês, durante 07 meses;
- Abastecimento industrial – considerou-se o preço praticado no Ceará (R\$ 803,60//1.000 m³) e um consumo contínuo, 24 horas/dia, durante todo o ano.

Os valores arrecadados por tipo de usuário, supondo as estimativas de demandas do estudo da ONS (2003), são apresentados na Tabela 109. De forma análoga, a Tabela 110 apresenta as mesmas informações, tomando-se por referência as outorgas emitidas pelo IGAM. A distribuição da arrecadação, segundo o tipo de usuário, para cada uma das situações simuladas, está apresentada na Figura 91.

Tabela 109 – Arrecadação potencial, com base nos valores praticados no Ceará e nas estimativas de demanda do estudo da ONS

USOS	ARRECADÇÃO POTENCIAL ANUAL (R\$)											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abast. Urbano	426.367	442.765	459.164	483.762	500.161	524.759	549.357	573.955	598.553	623.151	655.949	688.746
Irrigação	198.452	207.404	218.595	231.527	245.205	259.877	275.296	291.709	309.117	327.520	346.917	367.558
Indústria	2.280.810	2.280.810	2.280.810	2.534.233	2.534.233	2.534.233	2.534.233	2.787.656	2.787.656	2.787.656	2.787.656	3.041.080
TOTAIS	2.905.628	2.930.979	2.958.569	3.249.522	3.279.599	3.318.869	3.358.886	3.653.320	3.695.326	3.738.327	3.790.522	4.097.384

Tabela 110 – Arrecadação potencial, com base nos valores praticados no Ceará e nas outorgas emitidas pelo IGAM

USOS	ARRECADÇÃO POTENCIAL ANUAL (R\$)											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abast. Urbano	278.778	286.978	303.376	311.576	327.974	344.373	360.772	377.171	393.569	409.968	426.367	442.765
Irrigação	988.279	1.034.037	1.088.748	1.153.407	1.222.044	1.294.660	1.371.753	1.453.322	1.539.865	1.631.630	1.728.618	1.831.325
Indústria	70.198.253	71.211.946	72.732.486	74.506.449	76.280.412	78.307.798	80.081.762	82.109.148	84.136.534	86.163.921	88.191.307	90.472.117
TOTAIS	71.465.310	72.532.961	74.124.610	75.971.431	77.830.430	79.946.832	81.814.286	83.939.641	86.069.969	88.205.519	90.346.292	92.746.207

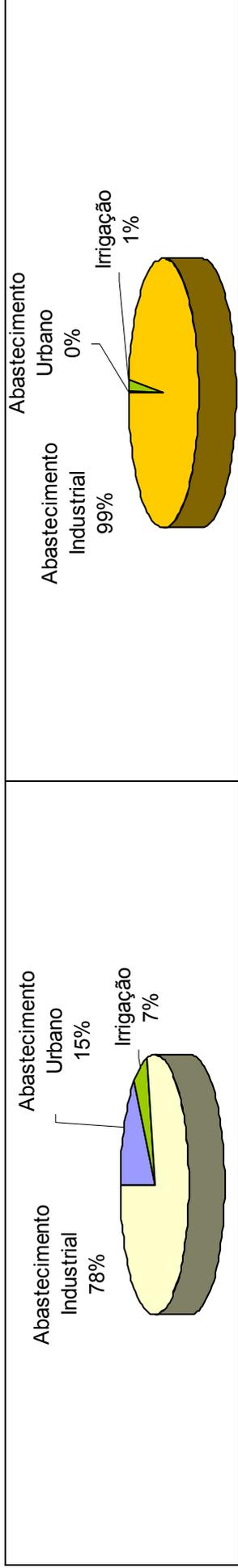


Figura 91 – Arrecadação potencial, com base nos valores praticados no Ceará e nas estimativas de demanda do estudo da ONS e nas outorgas emitidas pelo IGAM

A arrecadação é da ordem de R\$ 2,9 milhões anuais (2004), quando adotada a estimativa de demanda do estudo da ONS (nesse caso, demanda total da ordem de 9,23 m³/s) e de R\$ 71,5 milhões, quando adotado os valores de outorgas emitidas pelo IGAM (nesse caso, demanda total da ordem de 42,92 m³/s). Em ambas as simulações, os valores cobrados à indústria são bastante elevados e surgiram de um caso específico no Ceará, em que as indústrias pagavam à CAGECE por água bruta os mesmos preços cobrados por água tratada. No caso da bacia do rio Paracatu possivelmente não haveria possibilidade de se cobrar valores tão elevados.

23.11.2 – A experiência do CEIVAP como referência

A estrutura tarifária utilizada no CEIVAP para captação e consumo foi aplicada aos usuários da bacia hidrográfica do rio Paracatu (abastecimento urbano, industrial e irrigação), adotando-se as seguintes premissas:

- Abastecimento urbano – considerou-se um consumo contínuo, 24 horas/dia, durante todo o ano;
- Irrigação – considerou-se um consumo durante 15,3 horas/dia, 25,8 dias/mês, durante 07 meses;
- Abastecimento industrial – considerou-se um consumo contínuo, 24 horas/dia, durante todo o ano.

Os valores arrecadados por tipo de usuário, supondo as estimativas de demandas do estudo da ONS (2003), são apresentados na Tabela 111. De forma análoga, a Tabela 112 apresenta as mesmas informações, tomando-se por referência as outorgas emitidas pelo IGAM. A distribuição da arrecadação, segundo o tipo de usuário, para cada uma das situações simuladas, está apresentada na Figura 92.

Tabela 111 – Arrecadação potencial (captação e consumo), com base nos valores praticados no CEIVAP e nas estimativas de demanda da ONS

USOS	ARRECADADAÇÃO POTENCIAL ANUAL (R\$)											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abast. Urbano	196.785	204.353	211.922	223.275	230.844	242.196	253.549	264.902	276.255	287.608	302.746	317.883
Irrigação	47.628	49.777	52.463	55.566	58.849	62.370	66.071	70.010	74.188	78.605	83.260	88.214
Indústria	34.059	34.059	34.059	37.843	37.843	37.843	37.843	41.628	41.628	41.628	41.628	45.412
TOTAIS	278.472	288.189	298.444	316.685	327.536	342.410	357.464	376.540	392.071	407.841	427.633	451.509

Tabela 112 – Arrecadação potencial (captação e consumo), com base nos valores praticados no CEIVAP e nas outorgas emitidas pelo IGAM

USOS	ARRECADADAÇÃO POTENCIAL ANUAL (R\$)											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abast. Urbano	128.667	132.451	140.020	143.804	151.373	158.941	166.510	174.079	181.647	189.216	196.785	204.353
Irrigação	237.187	248.169	261.300	276.818	293.291	310.718	329.221	348.797	369.568	391.591	414.868	439.518
Indústria	1.048.257	1.063.394	1.086.100	1.112.590	1.139.080	1.169.355	1.195.845	1.226.120	1.256.394	1.286.669	1.316.943	1.351.002
TOTAIS	1.416.114	1.446.019	1.489.425	1.535.219	1.585.752	1.641.024	1.693.586	1.751.007	1.809.621	1.869.489	1.930.610	1.996.889

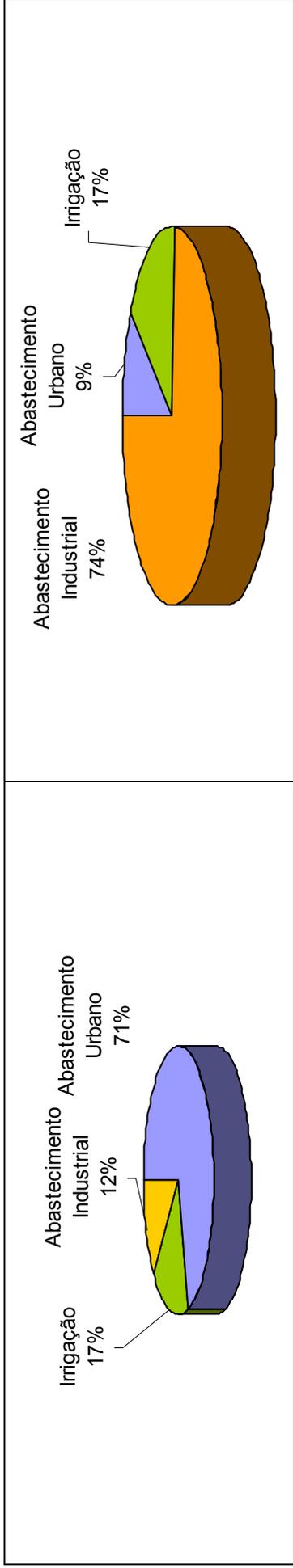


Figura 92 – Arrecadação potencial (captação e consumo), com base nos valores praticados no CEIVAP, nas Estimativas de Demanda do Estudo da ONS e nas outorgas emitidas pelo IGAM

A arrecadação anual (2004), referente às parcelas de captação e consumo é da ordem de R\$ 278,5 mil, quando adotada a estimativa de demanda do estudo da ONS e de R\$ 1,42 milhões, quando adotado os valores de outorgas emitidas pelo IGAM. No primeiro caso, a maior parte da fatura (71%) vai para o abastecimento urbano, contra 12% para a indústria, enquanto na segunda simulação a situação se inverte, ficando a indústria responsável por 74% da arrecadação, contra 9% do abastecimento urbano. Essa diferença é explicada pelas diferenças das estimativas de demandas dos estudos da ONS e dos valores outorgados pelo IGAM, para esses dois grupos de usuários (indústria e abastecimento urbano).

Para simular a parcela da cobrança referente aos lançamentos de efluentes, além das premissas adotadas anteriormente, adotou-se um nível de eficiência de remoção de DBO na ETE de 80 % ($k_3 = 80\%$). Na ausência de informações sobre o percentual do volume de efluentes tratado, em relação ao total produzido (k_2), optou-se por variar esse parâmetro, de zero a 100%. Os valores arrecadados por tipo de usuário, supondo as estimativas de demandas do estudo da ONS (2003), são apresentados na Tabela 113. De forma análoga, a Tabela 114 apresenta as mesmas informações, tomando-se por referência as outorgas emitidas pelo IGAM.

Tabela 113 – Arrecadação potencial (lançamento), com base nos valores praticados no CEIVAP e nas estimativas de demanda da ONS para 2004

Usos	Arrecadação Potencial, adotando-se $k_3 = 80\%$										
	$k_2 = 0\%$	$K_2 = 10\%$	$k_2 = 20\%$	$k_2 = 30\%$	$k_2 = 40\%$	$k_2 = 50\%$	$k_2 = 60\%$	$k_2 = 70\%$	$k_2 = 80\%$	$k_2 = 90\%$	$k_2 = 100\%$
Abast. Urbano	262.380	241.389	220.399	199.408	178.418	157.428	136.437	115.447	94.457	73.466	52.476
Indústria	45.412	41.779	38.146	34.513	30.880	27.247	23.614	19.981	16.348	12.715	9.082
TOTALS	307.791	283.168	258.545	233.921	209.298	184.675	160.052	135.428	110.805	86.182	61.558

Tabela 114 – Arrecadação potencial (lançamento), com base nos valores praticados no CEIVAP e nas outorgas emitidas pelo IGAM para 2004

Usos	Arrecadação Potencial, adotando-se $k_3 = 80\%$										
	$k_2 = 0\%$	$K_2 = 10\%$	$k_2 = 20\%$	$k_2 = 30\%$	$k_2 = 40\%$	$k_2 = 50\%$	$k_2 = 60\%$	$k_2 = 70\%$	$k_2 = 80\%$	$k_2 = 90\%$	$k_2 = 100\%$
Abast. Urbano	171.556	157.831	144.107	130.382	116.658	102.934	89.209	75.485	61.760	48.036	34.311
Indústria	1.397.676	1.285.861	1.174.047	1.062.233	950.419	838.605	726.791	614.977	503.163	391.349	279.535
TOTALS	1.569.231	1.443.693	1.318.154	1.192.616	1.067.077	941.539	816.000	690.462	564.923	439.385	313.846

A arrecadação anual (2004), referente à parcela de lançamento de efluentes é da ordem de R\$ 307,79 mil, supondo que não exista qualquer tipo de tratamento ($k_3 = 0$) e adotando a estimativa de demanda do estudo da ONS. Essa mesma situação, quando considerando os volumes outorgados pela IGAM, resulta em uma arrecadação da ordem de R\$ 1,569 milhões.

23.12 – Recomendações

As recomendações que se fazem pertinentes são relacionadas à atualização da base de informação. O sistema de apoio à cobrança aqui empregado foi desenvolvido fundamentado em informações secundárias que poderão oferecer um panorama desatualizado sobre o uso de água na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. É importante atentar para a grande diferença entre as estimativas de demandas do estudo da ONS, adotadas pelo PDRH-Paracatu (2005) e os valores outorgados pelo IGAM. Propõe-se o aprimoramento da base de dados referente aos usos mais relevantes em termos da cobrança: indústria, abastecimento urbano e irrigação. Mesmo correndo o risco de sugerir algumas ações que já estão sendo encaminhadas pelo IGAM, a seguir serão comentadas algumas atividades consideradas importantes para a aplicação da cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paracatu.

23.12.1 – Cadastrar os usuários de água da bacia hidrográfica do rio Paracatu

A realização desse cadastro é condição essencial para qualquer medida gerencial. No que se refere ao instrumento de cobrança pelo uso de água, propõe-se que o cadastro seja realizado inicialmente sobre os usos que inicialmente poderão trazer maiores contribuições à arrecadação, e que são cadastráveis mais facilmente: uso urbano (concessionárias de serviços de saneamento) e industrial.

O uso urbano já está em grande parte cadastrado, graças às outorgas emitidas pelo IGAM. Entretanto, comparando as estimativas realizadas pela ONS com os valores já outorgados pelo IGAM, constata-se que ainda deve existir uma parcela da população que está sendo atendida pelas concessionárias, sem as devidas outorgas.

O cadastro industrial deverá ser realizado. Ele poderá ser facilmente atualizado como parte do processo de outorga promovido pelo IGAM. As fichas cadastrais usadas deverão conter informações específicas sobre usos de água e sobre o lançamento de efluentes e seus respectivos tipos de tratamento adotados.

Em seguida, ou em paralelo, deverá ser promovido o cadastro de uso de água na irrigação que, após a introdução da cobrança, será a maior fonte de recursos, além de ser o maior usuário dos investimentos públicos na infra-estrutura hídrica do estado. Esse cadastro é o de maior complexidade operacional. Exigirá trabalhos de campo, com contratação de empresa especializada, ou convênios com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Minas Gerais.

23.12.2 – Implantar o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos de MG

É relevante comentar que um cadastro perde rapidamente a relevância, caso não seja permanentemente atualizado e se suas informações não puderem ser recuperadas de forma facilitada. Por isto, é importante propor que um Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH) seja implementado em paralelo à realização dos cadastros, de forma a armazenar as informações, permitir permanentes atualizações e facilitar o acesso aos usuários.

23.12.3 – Outorgar os usos de água na Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu

Uma vez pronto o cadastro, há necessidade de se regularizar o uso de água de todos os usuários através do instrumento de outorga de direitos de uso. Como as águas da bacia do rio Paracatu estão sob o domínio estadual e federal, o órgão outorgante será o IGAM e a Agência Nacional de Águas (ANA), respectivamente. Deverá ser realizado um convênio entre estas entidades, de forma a articular as iniciativas de ambas, de forma a serem obtidas economias de escala. Apesar das questões de duplo regime de domínio, é importante que o SEIRH armazene dados de usuários de águas de um e outro domínio devido às inter-relações que um uso estabelece sobre o outro.

23.12.4 – Analisar a capacidade de pagamento da agricultura irrigada no Paracatu

Devido à sensibilidade da agricultura irrigada à cobrança, e à demanda que estabelece sobre investimentos públicos nos sistemas de disponibilização de água, há necessidade de realização de um estudo detalhado dos seus aspectos econômicos que sirvam de orientação às iniciativas governamentais. Tais estudos servirão tanto para avaliar o interesse público dos diferentes investimentos (o que oportunizaria a obtenção de ganhos em eficiência), quanto o conhecimento dos impactos da cobrança assimiláveis pelo irrigante e que o induzam a uma melhor utilização da água.

23.12.5 – Cobrar pelo uso de água

Finalmente, cobrar pelo uso da água, de forma criteriosa e conseqüente, permitirá, tanto a facilitação da execução das tarefas anteriormente recomendadas, quanto à implantação (de forma sustentada financeiramente) de um gerenciamento efetivo dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paracatu. Apesar de grande parte das águas da bacia do rio Paracatu ser de domínio do Estado de Minas Gerais, existe uma pequena parcela que é de domínio da União, o que coloca novamente as questões de duplo domínio. Deverão ser promovidas articulações com a ANA, agência responsável pela cobrança de água de domínio federal, para que ocorra uma grande sintonia, tanto em termos de valores cobrados, quanto na destinação dos recursos arrecadados e, também, no cronograma de implantação desse instrumento de gestão de recursos hídricos.

23.13 – Recomendações e Conclusões Finais

O sistema de apoio à cobrança desenvolvido neste PDRH/2005 deverá ser aperfeiçoado, tanto pela obtenção de informações mais precisas, quanto na sua própria concepção, quando as mencionadas informações se mostrarem compatíveis com uma maior sofisticação. A partir desse aperfeiçoamento poderão, por exemplo, ser estabelecidas maiores desagregações dos usuários de água, relacionadas aos seus consumos de água e aos efluentes que lançam no ambiente. Os valores unitários de cobrança poderão variar de forma mais livre ao longo do tempo, e não linearmente como é possível nessa versão.

As estimativas de consumo de água realizadas, que adotaram abordagem simplificada, não podem ser consideradas como base confiável para um estudo de cobrança. Os resultados devem ser interpretados tendo por base essas restrições. No entanto, é fundamental entender que o instrumento de cobrança tem possibilidade de criar uma base de sustentação para o gerenciamento dos recursos hídricos. Essa é a conclusão cabível, e de maior relevância, desse estudo.

24 – ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONAIS REFERENTES ÀS UNIDADES EXECUTIVAS DESCENTRALIZADAS: AGÊNCIAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E SUAS EQUIPARADAS

A Lei nº 13.199/99 configura o novo Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH-MG) e seus integrantes, quais sejam: o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG), a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), os Comitês de bacia hidrográfica (CBH's), os órgãos e as entidades dos poderes estadual e municipal, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos, e as Agências de bacias hidrográficas.

Evidentemente, não se poderá pretender destacar esse ou aquele integrante do SEGRH-MG, haja vista seu próprio caráter sistêmico e aglutinador das atribuições inerentes a cada órgão. Todos esses órgãos têm suas atribuições específicas e devem operacionalizar suas atividades de modo integrado. Se, por um lado, não se pode atribuir maior relevância a nenhum dos órgãos integrantes do SEGRH-MG isoladamente, por outro lado, é forçoso reconhecer a dimensão gerencial e a responsabilidade técnica (sobremaneira acentuadas) que possuem as agências de bacias hidrográficas e suas equiparadas, que têm a função de prestar o suporte técnico-operativo às decisões dos comitês.

É o que dispõe o art. 38 da Lei nº 13.199/99:

“As agências de bacias hidrográficas, ou as entidades a elas equiparadas, por ato do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG, atuarão como unidades executivas descentralizadas de apoio aos respectivos Comitês de Bacia hidrográfica e responderão pelo seu suporte administrativo, técnico e financeiro, e pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos, na sua área de atuação”.

No que concerne, pois, a essas unidades executivas descentralizadas, várias são as suas atribuições de caráter técnico-operacional no âmbito do SEGRH-MG, preconizadas pela Lei da Política Estadual de Recursos Hídricos, cujo rol constante de seu art. 45 enumera nada menos que trinta e quatro itens.

Apenas para citar algumas dessas atribuições legais, incumbe-lhes, em sua área de atuação: gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, manter atualizados o cadastro de uso/usuários e o balanço da disponibilidade hídrica, promover os estudos necessários para a gestão das águas, elaborar e atualizar o Plano Diretor de Recursos Hídricos a ser aprovado pelo comitê, propor ao comitê o rateio dos custos das obras de uso múltiplo e o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, a ser submetido ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG), promover o monitoramento sistemático de quantidade e qualidade das águas da bacia, promover a capacitação de recursos humanos para as funções de planejamento e gerenciamento, conceber e incentivar programas, projetos, ações e atividades de educação ambiental e de desenvolvimento de tecnologia que possibilitem o uso racional, econômico e sustentado dos recursos hídricos.

Com efeito, as inter-relações que se devem estabelecer entre os Comitês de bacia hidrográfica e as suas agências ou entidades equiparadas são a comprovação dessa simbiose organizacional. Dos comitês de bacia, partirão as decisões políticas sobre a utilização das águas. Contudo, sem o necessário apoio financeiro, técnico e administrativo a ser prestado pelas agências de bacia hidrográfica e suas equiparadas, nada acontecerá.

A criação da agência de bacia ou a equiparação de unidade executiva descentralizada está condicionada à prévia existência do comitê, pois ela ficará subordinada às decisões deste, bem como à viabilidade financeira assegurada especialmente pela cobrança do uso de recursos hídricos. Os estudos efetuados neste Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, no que se refere ao potencial de arrecadação da bacia em apreço, demonstram que o instrumento de cobrança tem possibilidade de criar uma base de sustentação para o gerenciamento dos recursos hídricos na bacia. Portanto, a bacia hidrográfica do rio Paracatu reúne as condições necessárias à implementação de sua agência de bacia ou entidade a ela equiparada.

No que se refere às figuras jurídicas, as agências de bacia e suas equiparadas têm diante de si possibilidades variadas de modelos legais aplicáveis à sua criação e organização, e há de se proceder a uma análise detida do rol de suas possibilidades e configurações jurídicas, de modo a atender a necessidade de constituição de estrutura organizacional gerencialmente compatível e eficiente para o apoio à gestão da bacia hidrográfica do rio Paracatu.

Cogitam-se figuras tais como: autarquias, fundações, consórcios intermunicipais, organizações da sociedade civil de interesse público e demais associações civis. É preciso cotejá-las, a fim de identificar o regime próprio a cada uma, suas distinções e traços comuns, viabilidade jurídica, restrições, prerrogativas e vantagens, desvantagens etc., tendo em vista, sobretudo, a preocupação no sentido de que esses entes delegatários, na qualidade de futuros integrantes do SEGRH, devem procurar se desvencilhar, o máximo possível, de quaisquer entraves operacionais. No âmbito da presente investigação, a análise das possibilidades jurídicas de instituição dessas entidades executivas se restringirá à hipótese legal de equiparação, porquanto não está em pauta a criação de uma agência de bacia propriamente dita.

A seguir, destacam-se algumas figuras jurídicas:

24.1- Associações

Embora a doutrina preferisse empregar o termo “associação” para designar as entidades sem fins lucrativos, reservando a expressão “sociedade civil” para entidades de escopos econômicos (isto é, sociedades de fins lucrativos), o Código Civil de 1916 não fazia distinção entre associação e sociedade civil. Aliás, já era um truismo se dizer, em qualquer estatuto de associação, que esta se tratava de uma “sociedade civil sem fins lucrativos”. Contudo, a partir da edição do novo Código Civil, instituído pela Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, as coisas mudaram de figura. Doravante, há de se distinguir sociedade e associação, constituindo-se esta na dicção do art. 53 do citado diploma legal, pela união de pessoas que se organizam para fins não econômicos, exclusivamente.

Assim, as associações devem ser constituídas por escrito, mediante o estatuto social que a regerá, podendo se revestir de forma pública ou particular, e deverá conter, sob pena de nulidade: a denominação, a finalidade e a sede da associação; os requisitos para a admissão, demissão e exclusão dos associados; as fontes de recursos para sua manutenção; o modo de constituição e funcionamento dos órgãos deliberativos e administrativos; e as condições para a alteração das disposições estatutárias e para a dissolução da entidade. A existência legal das associações começa com a inscrição do ato constitutivo no registro peculiar, qual seja, o Cartório Civil de Pessoas Jurídicas, adquirindo, a partir daí, a sua personalidade jurídica, bem como podendo exercer todos os direitos que lhe são juridicamente reservados.

24.2- Organizações Cíveis de Recursos Hídricos

A reforma administrativa que se empreendeu na esfera federal trouxe no seu bojo, por um lado, figuras jurídicas cuja conceituação, não raro, coincide em grande medida com fórmulas administrativas há muito existentes, verificando-se, pois, tratar-se, muitas vezes, de mera vestimenta ou terminologia nova para designar institutos tradicionais do Direito Administrativo. No entanto, pretende-se fazer uma “flexibilização” gerencial, cujos contornos devem ser bem analisados e suficientemente conhecidos, a fim de se prevenir da subversão dos princípios constitucionais a que necessariamente deve se ater a administração pública. Por outro lado, essa mesma reforma administrativa, consubstanciada na legislação federal que lhe dá suporte, com efeito, também traz consigo figuras ou arranjos institucionais inusitados no trato da questão administrativa ambiental (nela compreendida a gestão dos recursos hídricos, evidentemente), por exemplo, as organizações sociais e as organizações da sociedade civil de interesse público a que se referem as Leis 9.637, de 15.5.98, e 9.790, de 23.3.99, respectivamente.

Além das anteriores figuras jurídicas citadas, a legislação federal contempla diversas outras organizações civis de recursos hídricos, conforme o elenco que consta do art. 47, da Lei nº 9.433/97, a saber: consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas, associações regionais (locais ou setoriais) de usuários de recursos hídricos, organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos, organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade, outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

Atualmente, a teor do disposto na Lei nº 10.881, de 09 de junho de 2004, quaisquer destas modalidades podem ser equiparadas à Agência de bacia.

24.3- Organizações Sociais

As organizações sociais se constituem em mecanismos de descentralização administrativa sem, contudo, integrarem a administração indireta, caracterizando, à semelhança dos serviços sociais autônomos, entes paraestatais de cooperação com o poder público.

De acordo com o texto federal acima mencionado, a qualificação de entidades como organização social dar-se-á exclusivamente a pessoas jurídicas de direito privado, dedicadas ao ensino, à pesquisa científica, ao desenvolvimento tecnológico, à saúde, à cultura e à proteção e preservação do meio ambiente, sendo requisitos de habilitação destas entidades: não ter fins lucrativos, devendo obrigatoriamente investir seus excedentes financeiros no desenvolvimento de suas próprias atividades; ter uma previsão expressa, em ato constitutivo (estatuto devidamente registrado), de um conselho de administração, como órgão superior, com atribuições normativas e de controle, cuja composição dos membros deve compreender representantes do poder público e de entidades da sociedade civil; proibir a distribuição de bens ou de parcela do patrimônio líquido em qualquer hipótese, inclusive em razão de desligamento, retirada ou falecimento de associado ou membro da entidade; ter uma previsão de incorporação integral do patrimônio, dos legados ou das doações que lhe foram destinados, bem como dos excedentes financeiros decorrentes de suas atividades, em caso de extinção ou desqualificação do patrimônio de outra organização social qualificada no âmbito da União, da mesma área de atuação, ou ao patrimônio da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios, na proporção dos recursos e bens por estes alocados.

A instituição de organizações sociais, nos moldes preconizados pela União, acima sumariados, não teve eco na legislação mineira. Diferentemente, as organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIP's), na forma da legislação federal que lhes definiu regime jurídico próprio, repercutiu favoravelmente, estimulando a iniciativa de sua adoção pelo legislador estadual, nos termos da proposição a que se refere o item seguinte.

24.4- Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP)

Em Minas Gerais, foi sancionada, em 16/12/2003, a Lei nº 14.870, que dispõe sobre a qualificação de pessoa jurídica de direito privado como OSCIP, sob inequívoco influxo da norma federal citada no item anterior. Pode-se qualificar como OSCIP, a pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, constituída há pelo menos dois anos, nos termos da lei civil, e em atividade, cujos objetivos sociais e normas estatutárias atendam ao disposto no diploma legal acima mencionado, segundo o que dispõe o art. 3 da referida lei. Como se vê, a OSCIP não constitui uma figura jurídica, mas configura tão somente uma qualificação a ser dada a uma pessoa jurídica com pelo menos dois anos de existência, dentre outras exigências. Ademais, o art. 23 da citada lei diz que as OSCIP's poderão executar, parcialmente, atividades e serviços de órgãos e entidades do Poder Executivo, mediante celebração de Termo de Parceria (conforme arts. 12 e 13 da mesma Lei).

Ao seu turno, a Lei nº 13.199/99, em seu art. 47, § 2º, estabelece que as agências de bacia ou entidades a elas equiparadas, para o exercício das funções de apoio operacional, técnico e financeiro aos comitês de bacia hidrográfica, deverão celebrar o competente Contrato de Gestão com o Estado, no caso, com o IGAM. Como se vê, a opção pela OSCIP, além de contrariar a referida Lei da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 13.199/99) no que se refere ao Contrato de Gestão, (que, aliás, possui maior força jurídica executiva do que qualquer Termo de Parceria), não resolveria, sem dúvida, o problema de implantação em curto prazo da unidade executiva que se faz de todo necessária e premente.

24.5- Consórcios intermunicipais

Dentre o elenco de modelos organizacionais passíveis de equiparação à agência de bacia hidrográfica, figura também o consórcio intermunicipal, a teor do disposto no art. 51 da Lei nº 9.433/97. A propósito, há muito pouco tempo atrás, apenas os consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas, bem como as associações regionais e multissetoriais civis de direito privado (associações de usuários de recursos hídricos), eram equiparáveis à agência de bacia, conforme o § 2º do art. 37 da Lei nº 13.199/99. Com o advento da Lei nº 10.881, de 9 de junho de 2004, que alterou a redação do supracitado art. 51 da Lei federal, *verbis*:

“O Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos poderão delegar a organizações sem fins lucrativos relacionadas no art. 47 desta Lei, por prazo determinado, o exercício de funções de competência das Agências de Água, enquanto esses organismos não estiverem constituídos.”

A seu turno, o citado art. 47 da Lei nº 9.433/97 dispõe, *verbis*:

ART. 47 – São consideradas, para efeitos desta Lei, organizações civis de recursos hídricos:

- I - consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas;

- II - associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos;
- III – organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos;
- IV – organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade;
- V – outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

Os consórcios, segundo os especialistas Adriana Araujo Ramos e Márley Caetano de Mendonça, consistem em uma cooperação associativa firmada entre entidades da mesma espécie para realização de objetivos de interesse comum dos partícipes. No caso, as entidades da mesma espécie são os municípios e os objetivos de interesse comum dos partícipes estão ligados aos recursos hídricos. Para serem válidos, os consórcios dependem de autorização legislativa. Observe-se que essa mesma definição relativa aos consórcios pode ser aplicada às associações intermunicipais⁵.

Ao lado dos consórcios, encontram-se inúmeros outros tipos de entidades de direito privado passíveis de equiparação à agência de bacia, tais como: as organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos, as associações de usuários, bem como as organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade. Portanto, vários são os modelos jurídico-legais que compõem o elenco de possibilidades sobre o qual se concentrará o debate e a escolha da figura compatível no âmbito do CBH- Paracatu, sendo que, por enquanto, tal definição deverá ser precedida de algumas providências de cunho normativo a cargo do órgão de cúpula do SEGRH-MG: o Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

O Decreto nº 41. 578, de 8 de março de 2001, que regulamenta a acima citada Lei da Política Estadual de Recursos Hídricos (L. 13.199/99), em seu art. 19, incumbe o CERH-MG de regulamentar as agências de bacia hidrográfica e entidades a elas equiparadas, observando, para tanto, o caráter técnico da atuação dessas unidades executivas descentralizadas, que se deverão constituir em uma estrutura gerencial compatível e eficiente, de modo a prestar o efetivo apoio técnico, operacional e financeiro aos CBH's.

Nesse sentido, atendendo a essa regulamentação legal, o CERH-MG, na reunião ordinária de 28 de setembro do corrente ano, instituiu um grupo de trabalho com o objetivo de debater e elaborar uma proposta sobre os critérios e diretrizes atinentes à matéria a ser submetida à aprovação do plenário. Por esta razão, o CBH-PARACATU deverá aguardar que sejam concluídas as discussões no âmbito daquele Conselho Estadual, bem como que seja editada a deliberação normativa competente. Contudo, isto não impede possam ser pautadas as discussões preliminares a respeito do tema no âmbito do comitê, que, por sua

⁵ In: Legislação de recursos hídricos. IGAM: 2002. p.278

vez, deverá igualmente participar do debate sobre a referida regulamentação das entidades equiparáveis na esfera do CERH-MG.

Por último, apresentam-se os passos para a implantação de uma unidade executiva descentralizada de apoio ao CBH-PARACATU, objetivando descentralizar, fiscalizar e controlar as atividades relacionadas à gestão de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paracatu:

1 – aguardar a regulamentação do CERH-MG sobre as agências de bacias hidrográficas e suas equiparadas, o que se dará mediante deliberação normativa a ser publicada no órgão oficial “Minas Gerais”;

2 – editada a supracitada deliberação, proceder-se-á à apresentação, pela Procuradoria Jurídica do IGAM, dos modelos legais aplicáveis às unidades executivas, para os fins de discussão e definição, no âmbito do CBH-PARACATU, da figura jurídica adequada, observadas evidentemente as prescrições normativas do CERH-MG, bem como os demais preceitos constantes da legislação em vigor;

3 – formação de um grupo de trabalho, no âmbito da Câmara Técnica de Assuntos Legais e Institucionais do CBH-PARACATU, para elaboração da minuta de estatuto da entidade equiparável à agência, objeto da discussão a que se refere o item anterior. A minuta deve ser submetida à apreciação do plenário do comitê;

4 – criação da entidade equiparável mediante registro em cartório de seus atos constitutivos e demais providências que se fizerem necessárias;

5 – elaboração do dossiê contendo toda a documentação atinente aos requisitos legais exigidos;

6 – encaminhamento, pelo comitê, de uma solicitação no sentido da equiparação da entidade à agência de bacia hidrográfica, acompanhada do referido dossiê, ao CERH-MG, para deliberação;

7 – aprovada a eventual unidade executiva descentralizada pelo CERH-MG, o IGAM, a teor do disposto no art. 21 do Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001, poderá firmar contrato de gestão com a entidade equiparada, sendo que, para tanto, todas as cláusulas e condições do referido contrato deverão ser previamente discutidas e aprovadas pelo plenário do comitê, observando-se o art. 22 do Decreto aqui citado e as demais exigências legais aplicáveis.

25 – PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA A FISCALIZAÇÃO INTEGRADA E MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A ação fiscalizadora, que tem por objetivo garantir os usos múltiplos e garantir as necessidades dos usos da água, é uma prerrogativa do poder público. Conforme a legislação de Recursos Hídricos, especialmente o Decreto nº 41.578/01 e [a] Lei nº 12.584/97 o IGAM é o órgão que tem a competência para exercer a fiscalização e o controle da utilização dos recursos hídricos no Estado. De acordo com o mencionado Decreto, o IGAM pode firmar contrato de gestão com a Agência de Bacia ou entidades a ela equiparada, com o objetivo de descentralizar, fiscalizar e controlar as atividades relacionadas à gestão dos recursos hídricos.

Os temas “fiscalização” e “monitoramento” estão sendo abordados neste Plano com o objetivo de se apresentar uma proposta de diretrizes para a fiscalização integrada e para o monitoramento dos usos dos recursos hídricos com base na Política Estadual de Recursos Hídricos, de forma orientativa, educativa e preventiva, esclarecendo aos usuários da água sobre os seguintes aspectos: a água é um bem comum; tem importância quantitativa e qualificativa; e que o mau uso dela causa impactos negativos. Deve-se, também, informar aos usuários que a outorga é um instrumento legal de gestão dos recursos hídricos que visa a um melhor aproveitamento da disponibilidade hídrica.

As ações de fiscalização são caracterizadas pelo acompanhamento e controle da utilização dos recursos hídricos, pela apuração de infrações, pela aplicação de penalidades e pela determinação de retificação ou suspensão de atividade, obra ou serviço executado de forma irregular por usuários da água da bacia. De acordo com o conteúdo das normas legais e dos procedimentos administrativos adotados pelo IGAM, os instrumentos da fiscalização se baseiam: na advertência, na aplicação de multas e nos embargos provisório e definitivo.

É importante ressaltar que os agentes públicos credenciados têm livre acesso aos pontos de captação, às obras ou aos serviços que possam afetar os recursos hídricos, podendo, se necessário, requisitar força policial para garantir as vistorias, verificação de infrações e emitir os respectivos autos. Além disso, a fiscalização do IGAM, de acordo com a legislação de recursos hídricos, pode ser:

- Espontânea: realizada por iniciativa do IGAM, podendo ser previamente planejada ou realizada ao acaso;
- Provocada: decorrente de denúncia formalizada pelo Ministério Público, pela Justiça e por denúncias de particulares.

A ação fiscalizadora por meio do IGAM e de seus agentes credenciados é caracterizada conforme as seguintes atividades:

- Efetuar vistorias, levantamentos e avaliações;
- Verificar a ocorrência de infração, lavrar de imediato o auto de fiscalização e, se constatada a infração, lavrar o auto de infração respectivo, fornecendo uma via ao autuado, contra recibo;

- Prestar esclarecimentos cabíveis sobre a situação do fiscalizado;
- Esclarecer ao usuário a importância de preservar os recursos hídricos de forma permanente;
- Analisar a denúncia a ser fiscalizada, observando se há necessidade de acompanhamento policial ou de outros órgãos ambientais;
- Verificar, na propriedade ou empreendimento, a existência de algum tipo de uso de recurso hídrico, e se este uso está outorgado ou cadastrado junto ao IGAM;
- Obter as coordenadas dos pontos de uso de recursos hídricos existentes por meio de GPS;
- Fotografar as principais intervenções relativas aos recursos hídricos existentes no local da vistoria;
- Avaliar as condições ambientais existentes no local;
- Levantar as características do uso de recurso hídrico, tais como: sistema de captação, capacidade do conjunto moto-bomba, dimensões de eventuais canais de derivação, etc;
- Levantar as informações relativas à finalidade de uso da água, tais como: área irrigada, sistema de recirculação, quantidade de animais, etc;
- Instruir o processo administrativo.

Além das atividades mencionadas, o IGAM promove, ainda, o monitoramento e avaliações técnicas, nos termos condicionados à outorga (vazão captada, período de captação, monitoramento da vazão do curso d'água, instalação de horímetros, hidrômetros etc), de modo que se assegure o controle quantitativo e qualitativo do uso da água a um regime satisfatório. Apurada alguma infração, aplicam-se as penalidades previstas na legislação e determina-se a regularização a ser efetuada. Os empreendimentos ou empreendedores que estiverem descumprindo os dispositivos legais da Legislação da Política Estadual de Recursos Hídricos serão notificados por meio do Auto de Infração. Dessa forma, os referidos empreendimentos ou empreendedores estão sujeitos às sanções previstas pela Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, Lei 13.771 de 11 de dezembro de 2000 e pelo Decreto nº 41.578, de 08 de março de 2001.

O processo de fiscalização é caracterizado pelos seguintes procedimentos administrativos:

- Vistoria;
- Auto de Fiscalização (constatar a realização de vistoria);
- Auto de Infração (se constatada a irregularidade);
- Prazo de 20 dias para defesa;
- Abertura de processo administrativo;
- Parecer técnico e jurídico;
- Julgamento pelo diretor geral do IGAM e aplicação das penalidades;
- Recurso junto ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG)

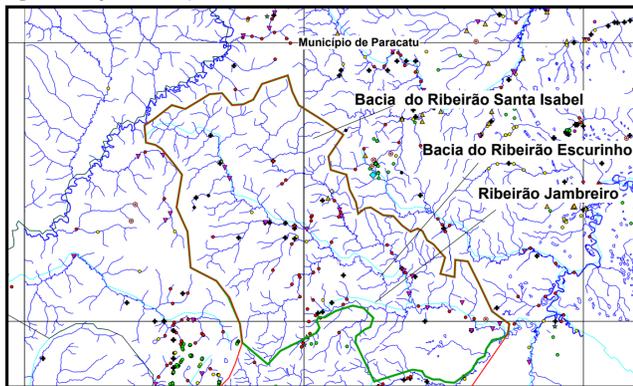
Como diretriz principal para a fiscalização e monitoramento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Paracatu, recomenda-se considerar, inicialmente, o município de

Paracatu, onde se concentra a maior demanda pela utilização dos recursos hídricos da bacia. Portanto, há que se atuar, por meio da ação fiscalizadora, especialmente nas seguintes sub-bacias do referido município: ribeirão Santa Isabel, ribeirão Ecurinho e ribeirão Jambreiro (Figura 93). Estas sub-bacias devem ser destacadas como prioritárias, a partir da implementação deste Plano Diretor e o cadastro de usuários realizado na bacia, em 2005, será uma ferramenta fundamental de apoio às ações de fiscalização nestas sub-bacias, inclusive, contribuindo para identificar locais de conflitos em relação ao uso da água, assim como para definir as áreas que estarão restritas ao uso, com vistas à proteção de recursos hídricos.

São diretrizes complementares que auxiliarão a ação fiscalizadora na bacia: atuar de forma conjunta com a FEAM e IEF, visando ao monitoramento e controle dos usos dos recursos hídricos; promover o compartilhamento de informações para um melhor conhecimento das diversas atividades e empreendimentos existentes na bacia (IBAMA, EMATER, DNPM e CPRM) e especialmente, efetivar a fiscalização integrada (IGAM/Agência de Bacia ou entidade a ela equiparada)\Polícia Militar Ambiental\IMA) por meio de Convênio de Cooperação Técnica.

Ressalta-se que a bacia deve ter um Plano de Contingência, em médio prazo, a fim de atender às situações de emergência ou de acidentes que possam comprometer a disponibilidade dos recursos hídricos, tais como: rompimento de barragens, acidentes com derramamento de produtos tóxicos, estiagem prolongada, enchentes, dentre outros.

Figura 93: Mapa de localização das bacias dos ribeirões: Santa Isabel, Ecurinho e Jambreiro.



Fonte: IGAM/2005

PARTE III – PLANO DE AÇÃO

26 – PLANO DE AÇÃO PARA A REVITALIZAÇÃO, RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO HIDROAMBIENTAL

26.1 – Metodologia para seleção das atividades a serem implementadas

Os componentes e atividades selecionados foram identificados com base nos estudos existentes, especialmente os estudos realizados no âmbito dos seguintes planos: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu - PLANPAR/1996, Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes do Rio São Francisco em Minas Gerais e Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Entre-Ribeiros. Os componentes e atividades selecionados foram identificados, também, conforme sugestões dos membros do CBH-Paracatu e de representantes da sociedade da bacia que participaram das oficinas de enquadramento dos corpos d'água, realizadas no mês de setembro/2005, e ainda, conforme as informações obtidas no diagnóstico deste Plano/2005.

O Plano de Ação será apresentado neste Plano/2005 de forma geral, com a sinalização dos componentes e atividades prioritárias para a bacia, sendo que, posteriormente, as atividades deverão ser detalhadas na forma de projetos, visando à captação de recursos para viabilizar a implementação das atividades selecionadas. Recomenda-se que as atividades a serem implementadas na bacia sejam priorizadas nas bacias dos rios: Escuro, Santa Catarina, Entre-Ribeiros, Verde, Sono, Prata e Rico, objetivando potencializar a efetivação do enquadramento dos corpos d'água em classes nessas sub-bacias. Ressalta-se que se estabeleceu, neste primeiro momento, um Plano de Ação factível, e ainda, compatível com o momento restritivo econômico do país e do estado. O plano sinaliza algumas atividades prioritárias para a bacia e poderá ser avaliado constantemente, especialmente, na atualização do Plano Diretor/2005, o que está previsto para o ano de 2009.

26.2 – Estruturação do Plano de Ação e justificativas das atividades identificadas

26.2.1 - Estruturação do Plano de Ação

O Plano de Ação foi estruturado em 5 componentes, com suas respectivas atividades, sendo que o Componente 1 tem foco em atividades relacionadas à gestão de recursos hídricos e identificou-se o PPA Federal como fonte de recurso. Os demais componentes podem ser caracterizados pelas atividades de serviços, estudos, obras e programas para garantir a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia.

COMPONENTE 1 – IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS – SEGRH E REGULARIZAÇÃO DE USOS E USUÁRIOS

Atividade 1.1 – Fortalecimento do CBH-Paracatu;

Atividade 1.2 – Implantação da Agência de Bacia;

Atividade 1.3 – Atualização/Ampliação do cadastramento dos usuários, efetuado em 2005;

Atividade 1.4 – Regularização dos usos por meio da outorga e da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

Atividade 1.5 - Fiscalização e monitoramento integrado dos usuários.

COMPONENTE 2 – SANEAMENTO AMBIENTAL

Atividade 2.1 – Universalização do abastecimento de água na bacia;

Atividade 2.2 - Ampliação de redes coletoras de esgotos;

Atividade 2.3 – Serviços de implantação de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's);

Atividade 2.4 – Melhoria da coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos.

COMPONENTE 3 – CONTROLE DOS RECURSOS HÍDRICOS

Atividade 3.1 – Ampliação da rede de monitoramento da qualidade da água;

Atividade 3.2 – Rede de alerta contra cheias;

Atividade 3.3 – Manejo integrado de sub-bacias hidrográficas;

Atividade 3.4 – Manejo e controle dos recursos hídricos destinados à irrigação.

COMPONENTE 4 – RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Atividade 4.1 – Controle da erosão e do assoreamento;

Atividade 4.2 – Recuperação de áreas de preservação permanente (veredas, lagoas marginais);

Atividade 4.3 – Reflorestamento em áreas degradadas (topo, ciliar e nascentes);

Atividade 4.4 – Plano de controle dos efluentes do setor mineral;

Atividade 4.5 – Plano de controle dos efluentes do setor agrícola.

COMPONENTE 5 – AÇÕES ESPECIAIS

Atividade 5.1 – Programa de Educação Ambiental voltada aos recursos hídricos;

Atividade 5.2 – Programa de capacitação para elaboração de projetos;

Atividade 5.3 - Desenvolvimento de estudos para o Zoneamento Ecológico Econômico da bacia;

Atividade 5.4 – Criação de Unidades de Conservação;

Atividade 5.5 – Recomposição da ictiofauna.

27 – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

COMPONENTES	ATIVIDADES	TEMPO (ANOS)										CUSTO ESTIMADO*	ATORES ESTRATÉGICOS		
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015				
1- Implementação do SEGRH e Regularização de Usos e Usuários	1-Fortalecimento CBH-Paracatu	200.000	200.000											400.000	IGAM, Comitê e Agência
	2-Agência de Bacia	350.000	350.000											700.000	
	3-Cadastramento Usuários	300.000	300.000											600.000	
	4-Regularização Outorga/Cobrança	200.000	200.000	150.000										350.000	
	5-Fiscalização e Monitoramento	200.000	200.000	200.000										600.000	
TOTAL COMPONENTE 1		2.650.000												2.650.000	
2- Saneamento Ambiental	1-Universal. Abastecimento Água	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	10.800.000	COPASA, FEAM, Comitê, Agência e Prefeituras
	2-Ampliação Melhorias Rede Esgoto	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	1.620.000	16.200.000	
	3-ETEs	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	10.000.000	
	4-Melhoria Coleta/Disp.Adequada	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	1.614.000	16.140.000	
TOTAL COMPONENTE 2		53.140.000												53.140.000	
3-Controle dos Recursos Hídricos	1-Ampliação rede monitoramentotoqualidade	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	78.000	780.000	Comitê, Agência, EMATER, IGAM
	2-Rede de alerta contra cheias	400.000	400.000	400.000	400.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	2.800.000	
	3-Manejo integrado sub-bacias	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	3.500.000	
TOTAL COMPONENTE 3		7.080.000												7.080.000	
4-Recuperação Ambiental	1-Controle erosão/assoreamento	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	36.000.000	IGAM, FEAM, IEF, Setores mineral e agrícola, Comitê, Agência
	2-Recuperação (veredas/lagoas)	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	28.000.000	
	3-Reflorestamento (topo/ciliar/nasc.)	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	12.000.000	
	4-Plano Setor Mineral	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	1.800.000	
	5-Plano Setor Agrícola	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	2.100.000	
TOTAL COMPONENTE 4		79.900.000												79.900.000	
5-Ações Especiais	1-Programa Educação Ambiental	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	1.400.000	SEMAD, IGAM, IEF, Agência, Comitê
	2-Programa Capacitação P projetos	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	1.000.000	
	3-ZEE da bacia	210.000	210.000											420.000	
	4-Criação de UC's	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	5.400.000	
	5-Recomposição da ictiofauna	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	240.000	
TOTAL COMPONENTE 5		8.460.000												8.460.000	
TOTAL		16.066.000	16.766.000	15.456.000	15.106.000	14.606.000	14.506.000	14.306.000	14.606.000	14.706.000	15.106.000	15.106.000	15.106.000	151.230.000	

* custo estimado em R\$1.000

ANEXO 1 – CONVITE PARA AS AUDIÊNCIAS PÚBLICAS (DISTRIBUÍDO EM TODOS OS MUNICÍPIOS DA BACIA)

CONVITE

"O Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, Comissão Local de Meio Ambiente e Ação Sócio-Ambiental - COLMEIA, Agenda 21(regional) e o Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu convidam vossa senhoria a participar da Audiência Pública sobre o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu. Serão apresentadas informações sobre a situação ambiental da respectiva bacia, disponibilidade hídrica, proposta de enquadramento dos cursos d'água e plano de ação."



IGAM INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Ministério do Meio Ambiente
TODOS POR UM NOVA PARACATU
Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica Mineira do Rio Paracatu

PROGRAMAÇÃO

Objetivo: Apresentar a versão preliminar do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu e discutí-la com os usuários, sociedade civil e Poder Público da bacia, a fim de descentralizar as informações constantes do documento e colher sugestões e questionamentos.

DATAS E LOCAIS	
28/03/06 Vazante	Câmara Municipal 08h às 17h
29/03/06 Unai	Câmara Municipal 08h às 17h
30/03/06 Paracatu	Câmara Municipal 08h às 17h
31/03/06 João Pinheiro	Câmara Municipal 08h às 17h

Programação:

- 08h - Abertura
- Composição da Mesa Coordenadora da Audiência Pública.
- Considerações sobre a versão preliminar do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu - Jueil Cardoso Jordão (Presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu).
- Eslarecimentos sobre a dinâmica da Audiência Pública - Luiza de Marillac Camargos (Chefe da Divisão de Planejamento de Recursos Hídricos - IGAM).
- 08h20 - Importância e conteúdo do Plano Diretor de Recursos Hídricos - Luiza de Marillac Camargos
- 08h40 - Diagnóstico ambiental - Carolina Fumian Serpa
- 9h10 - Disponibilidade Hídrica Superficial - Wilson Fernandes
- 9h30 - Qualidade de Água - Katiane Cristina de Brito Almeida
- 9h50 - Lanche
- 10h00 - Enquadramento dos corpos de água segundo os usos preponderantes - Nádia Antônia Pinheiro Santos
- 10h40 - Questionamentos e recomendações da plenária
- 12h às 14h - Almoço
- 14h - Termo de Cooperação Técnica - Luiza de Marillac Camargos
- 14h20 - Plano de Ação - Luiza de Marillac Camargos
- 15h - Questionamentos e recomendações da plenária
- 16h - Apresentação das recomendações pelo Relator da Audiência Pública (secretaria do CBH - Paracatu).
- 17h - Encerramento

AUDIÊNCIA PÚBLICA – PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARACATU

LISTA DE PRESENÇA – UNAÍ/MG – 29/03/2006

Nome	Instituição	E-mail
Julio Cordeiro	CPH - Paracatu	Julio@Cada.com.br
Moacir Edmundo Gomes de Sá	IGAM - Prefeitura UNAÍ	JOSE.QUEIROZ@IGAM.MG.GOV.BR
Francisca Maria Pereira	SAAF	mariafrancisca@saaf.com.br
Renildo Antonio de Oliveira	SAAR - CEM. PARACATU	ATEC@SAARUNAÍ.MG.GOV.BR
Leandro Bortolin Pereira	SAAR - CEM. PARACATU	DIVTEC@SAARUNAÍ.MG.GOV.BR
Antonio Gero Alves de Sá	SOC. COOPERATIVA SAAR	antonio@saar.com.br
Alvaro José de Castro	Serviço Limpeza - CEB	Alvaro345@yahoo.com.br
Paulo Roberto de Castro	CEASA	ppr3026@bd.com.br
Botinho	VEREADOR UNAI	Câmara UNAI
Quarez de Melo Dutra	L. Mun. de Meio Amb.	miosamb@prefeitura.unai.mg.gov.br
Reginaldo Progue	Escola Agrícola UNAI	r.progue@hotmail.com
Tatiane Paula de Almeida	SAAR	DIVTEC@saar.unai.mg.gov.br
Luiz Carlos dos Santos	Escola Agrícola UNAI	CS168161621
Luiz Carlos dos Santos	TAI	377 5199
Caio Ruy Faverani	Coonar	caio@ferrari.com.br
Romero Ferriss de Silva	LIONS CLUB	38-36761155
William Pedroza	Confederação	3677-4851
Desconhecido	Vereador	3762 0951

AUDIÊNCIA PÚBLICA – PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARACATU

LISTA DE PRESENÇA – PARACATU/MG – 30/03/2006

Nome	Instituição	E-mail
SABURO TAKAHASHI	ASSOC. ENTRE RIBEIROS	eutenbeirosum@yahoo.com.br
Alúcio Campos Borges	Faculdade TecSOMA	
Renato Duarte de Oliveira	Mover	www.kunwidiqur-soc@hikmail.com
Dairani Caroline da Silva	SEMA	daiane-carol@hotmail.com
José Roberto R. Martins	SEE - PLOMS - PMV	
Sora Suellem Soares Tomarea	Faculdade TecSOMA	
Paula Cristina Rodrigues Xavier	Faculdade TecSOMA	
ALONSO DA SILVA SAATO	ALFA	
ROGÉRIO PEREIRO DO SILVA	COM. Chulompele Pontal	
Josavim Soares Filho	SEC. MUN. MEIO AMBIENTE	JOSAVIMSEMEA@YAHOO.COM.BR
Rosimayra Vieira de Souza	UNITEC/Colmeia	rossette@yahoo.com.br
Hamilton Gonçalves Araújo	FINOM / Colmeia	Hamiltonambiental@pop.com.br
Roberto Fernandes Brito	procuracia	Rodrigo Semeco Adv
Serita Olimpia N.A. Cruz		
Orlando Seraphim Cruz		
Maquê Almeida	Cooperkop	
MAURO IANHEZ	EMATER-MG	mianhez@gmail.com
FRANCIS JACELLI	Sec. Meio Ambiente	

AUDIÊNCIA PÚBLICA – PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARACATU

LISTA DE PRESENÇA – JOÃO PINHEIRO/MG – 31/03/2006

Nome	Instituição	E-mail
Paulo Roberto	CPH - Paracatu	Paulo@cphe.com.br
Edson Luiz da Silva	FUNDAÇÃO CONSCIENTE	EDINOV.PTU@VATHO.COM.BR
Silvia Alves de Paula	CAIC "C.M. Israel Pinheiro"	---
Adriana Ribeiro de Almeida	CAIC R.M. Israel Pinheiro	aribeiro@shobmail.com
Wendene dos Paes Moreira	SEMEC	wendene@semec.net.br
Maia Sotomaior Brito	Banco do Brasil	---
Clévio André Soares	EMATER MG	CLEVDAR@EMATER.MG.BR
Jerônimo Andrade Campos	EMATER - MG	---
Valquíria Junqueira dos Santos	ALFA	valquiria@alfo.com.br
Luís Antônio da Silva	POSTO TEXACO	João Antonio 2002@HOTMAIL.COM
JOSE DE LELES FERREIRA	POLÍCIA MILITAR AMBIENTAL	FLORESTAL@POLMIL1.COM.BR
Paulo César Carneiro de Oliveira	PRESIDENTE COMADIA	---
Fernando de Oliveira	Prefeitura Municipal	---
Antonio Henrique de S. Spindola	União Paracatu	---
Leleia Anacleto de F.	APUC TECNOLOGIA	antoniospindola@hotmail.com
Roberto Kuryly Santos	CAMARA	leleia@apuc.com.br
Marcia dos S. Sady	Godemir J. P.	RobertoKuryly@hotmail.com
	Câmara Municipal	marcia@camara.com.br

ANEXO 3 – FICHA UTILIZADA PELOS PARTICIPANTES PARA CONTRIBUIÇÕES E CRÍTICAS

PARTICIPANTES DA AUDIÊNCIA PÚBLICA	
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARACATU – MARÇO/2006	
Nome:	E-mail:
Cidade:	Data:
Contribuição:	
<hr/>	

ANEXO 4 – FOTOS



Foto 1: Audiência Pública realizada na cidade de Vazante/MG no dia 28/03/2006.



Foto 2: Audiência Pública realizada na cidade de Vazante/MG.



Foto 3: Audiência Pública realizada na cidade de Unai/MG em 29/03/2006 – Mesa coordenadora.



Foto 4: Participantes da audiência pública realizada na cidade de Unai/MG.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



Foto 5: Audiência Pública realizada na cidade de Paracatu/MG no dia 30/03/2006 – Mesa Coordenadora.



Foto 6: Apresentação da técnica do IGAM Carolina Serpa na audiência pública ocorrida na cidade de Paracatu/MG.



Foto 7: Participantes da audiência pública na cidade de Paracatu/MG no dia 30/03/2006.



Foto 8: Apresentação do técnico José Eduardo Nunes (IGAM) na audiência pública em Paracatu/MG.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



Foto 9: Participantes da audiência pública realizada na cidade de João Pinheiro/MG.



Foto 10: Apresentação do técnico Wilson Santos (IGAM) na audiência pública do Plano Diretor, ocorrida em João Pinheiro/MG.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu



Foto 11: Audiência Pública do Plano Diretor na cidade de João Pinheiro/MG no dia 31/03/2006 – Mesa coordenadora.



Foto 12: Apresentação da técnica Nádya Santos (IGAM) na audiência pública em João Pinheiro/MG.

ANEXO 2

Deliberações Normativas CBH-Paracatu

DELIBERAÇÃO NORMATIVA

COMITÊ DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA MINEIRA DO RIO PARACATU

Deliberação Normativa CBH-PARACATU N° 01, de 28 de Abril de 2006

Aprova o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu/ 2005.

O Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica Mineira do Rio Paracatu, instituído pelo Decreto nº 40.014, de 03 de novembro de 1998, do Governador do Estado, no uso de suas atribuições e,

Considerando as decisões do Plenário na sua reunião ordinária, realizada em 28 de abril, no município de João Pinheiro.

DELIBERA:

Art. 1º Aprovar o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paracatu.

Art 2º A adequação do conteúdo do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, de modo a incorporar as alterações, acréscimos e supressões sugeridas pela Câmara Técnica do Plano bem como a revisão de redação, por delegação do Plenário, será atribuída à Divisão de Planejamento de Recursos Hídricos do IGAM com supervisão e acompanhamento contínuo da Câmara Técnica do Plano.

Art. 3º O Plano deverá ser atualizado a cada quatro anos.

Art. 4º Esta Deliberação entra em vigor a partir da sua aprovação pelo plenário do CBH-PARACATU.

João Pinheiro, 28 de abril de 2006.

Jueli Cardoso Jordão
Presidente do CBH-PARACATU

Rodrigo Dutra Amaral
2º Secretário do CBH-PARACATU

DELIBERAÇÃO NORMATIVA

COMITÊ DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA MINEIRA DO RIO PARACATU

Deliberação Normativa CBH-PARACATU N° 02, 28 de Abril de 2006

Aprova a proposta de enquadramento dos corpos de água estabelecida no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.

O Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica Mineira do Rio Paracatu, criado pelo Decreto n° 40.014, de 03 de novembro de 1998, no uso de suas atribuições e,

Considerando que o enquadramento consiste no estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

Considerando, a Resolução CNRH n° 12, de 19 de julho de 2000, que estabelece os procedimentos para o enquadramento dos cursos de água de acordo com os usos preponderantes,

Considerando, a Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente, que 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,

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades das comunidades,

Considerando que a avaliação da condição atual dos corpos de água mostrou que as principais fontes de poluição na bacia são esgotos domésticos e as atividades de agricultura, pecuária, mineração, estradas rurais, infra-estrutura urbana e rural.

Considerando que não houve manifestação contrária nas Audiências Públicas sobre o enquadramento.

DELIBERA:

Art.1° Os corpos de água que deságuam em rios enquadrados, não mencionados na proposta de enquadramento, recebem o enquadramento correspondente ao do trecho que deságuam.

Parágrafo único. Esta determinação valerá para os corpos de água não enquadrados até que a totalidade da Bacia o seja.

Art.2º Não será considerada a classe 2 para as ações de gestão nos corpos d'água em Unidades de Conservação e corpos d'água com abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, por se tratar de Classe Especial e Classe 1 respectivamente.

Art.3º Adotar vazão $Q_{7,10}$ como referência para o enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.

Art.4º Sugerir que seja adotado como parâmetros mínimos prioritários: Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, Manganês, Fosfato e Cobre, Cd, Pb, Zn, Hg, As - Indicativo da alteração do meio ambiente pelas atividades antrópicas -, para o enquadramento de classe dos corpos d'água.

Art.5º O CBH-PARACATU trabalhará junto aos poderes públicos, na falta da Agência de Bacia, para que providências sejam tomadas visando à efetivação do enquadramento aprovado, promovendo e articulando um conjunto de medidas para o atendimento da meta de qualidade de água estabelecida para o enquadramento dos corpos de água, por meio da viabilização do Termo de Cooperação Técnica.

Parágrafo único. O plano de efetivação do enquadramento consiste em elaborar um detalhado plano de ação da Bacia, para reduzir gradativamente as desconformidades percebidas no enquadramento de cada trecho.

Art.6º As Bacias de contribuição (Rio Santa Catarina, Rio Escuro, Ribeirão Entre Ribeiros, Rio Verde, Córrego Rico, Rio da Prata e Rio do Sono) devem ser priorizadas na implementação das ações necessárias para a efetivação do enquadramento.

Art.7º Priorizar ações para efetivação do enquadramento dos mananciais destinados ao abastecimento público das cidades de Guarda-Mor (córrego Guarda-Mor), João Pinheiro (ribeirão dos Órfãos), Lagamar (córrego Carrapatos, Jacaré e Macaco), Paracatu (ribeirão Santa Isabel) e Santa Fé de Minas (ribeirão Santa Fé).

Art.8º Incentivar a criação de Unidades de Conservação em áreas de relevância sócio-ambiental com o objetivo de preservar e manter a qualidade dos corpos de água

Art.9º Na ocasião da atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, o enquadramento deverá ser ampliado até que contemple todos os corpos de água da bacia, assim como, caso necessário, seja realizada a avaliação e o reenquadramento daqueles que se encontrarem em desacordo com as classes anteriormente propostas.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Art.10º Esta deliberação entra em vigor a partir de sua aprovação pelo plenário do CBH-PARACATU.

João Pinheiro, 28 de abril de 2006.

Jueli Cardoso Jordão
Presidente do CBH-PARACATU

Rodrigo Dutra Amaral
2º Secretário do CBH-PARACATU

DELIBERAÇÃO NORMATIVA

COMITÊ DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA MINEIRA DO RIO PARACATU

Deliberação Normativa CBH-PARACATU N° 03, de 28 de Abril de 2006.

Estabelece o Plano de Ação para a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental, como parte integrante do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paracatu/2006.

O Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica Mineira do rio Paracatu, instituído pelo Decreto nº 40.014, de 03 de novembro de 1998, do Governador do Estado, no uso de suas atribuições e,

Considerando que o Plano de Ação, foi estruturado em cinco componentes, com suas respectivas atividades relacionadas à gestão, estudos, serviços, obras e programas, visando à recuperação da qualidade e quantidade de água, superficial e subterrânea, tendo em vista a garantia dos usos múltiplos e a preservação e recuperação da biodiversidade na bacia;

Considerando que o Plano de Ação, foi estruturado com base em estudos existentes da bacia, quais sejam: Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do rio Paracatu – PLANPAR/1996, Plano Diretor de Recursos Hídricos dos afluentes do rio São Francisco, em Minas Gerais, elaborado em 2002, Diagnóstico Ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Entre-Ribeiros, e ainda, conforme demandas do diagnóstico do Plano/2005;

Considerando que o Plano de Ação para a bacia corresponde a cinco componentes, com Cronograma Físico Financeiro, conforme investimentos identificados em fontes de recursos;

Considerando o levantamento dos investimentos previstos nas fontes de recursos: PPA Federal (2004-2007), PPAG Estadual (2005-2007), e Plano de Investimentos da COPASA (2006);

DELIBERA:

Art. 1º Os componentes referidos anteriormente são os seguintes:

Componente 1 – Implementação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH e regularização de usos e usuários.

Componente 2 – Saneamento Ambiental

Componente 3 - Controle dos Recursos Hídricos

Componente 4 – Recuperação Ambiental

Componente 5 – Ações Especiais

Art. 2º Adotar como prioridade o Componente 1, no período 2006-2007, especialmente as atividades: Fortalecimento do CBH-PARACATU, Implantação da Agência de Bacia, Ampliação do Cadastramento dos usuários, regularização dos usos por meio da outorga e implementação da Cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

Art. 3º As Atividades elencadas nos cinco componentes serão detalhadas na forma de Projetos, visando à captação de recursos nas fontes identificadas, a partir de 2006;

Art. 4º Promover a integração entre o Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Paracatu/2006 e o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, cujo programa de investimentos foi estabelecido com base no Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco criado por Decreto Presidencial de 05.06.2001 e inserido no PPA 2004-2007;

Art. 5º Esta deliberação entra em vigor a partir da sua aprovação pelo plenário do CBH-PARACATU.

João Pinheiro, 28 de abril de 2006.

Jueli Cardoso Jordão
Presidente do CBH-PARACATU

Rodrigo Dutra Amaral
2º Secretário do CBH-PARACATU

DELIBERAÇÃO NORMATIVA

COMITÊ DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA MINEIRA DO RIO PARACATU

Deliberação Normativa CBH-PARACATU Nº 04, de 28 de Abril de 2006.

Apresenta recomendações para a celebração do Termo de Cooperação Técnica a ser assinado com os atores sociais estratégicos da bacia, quais sejam: SEMAD, FEAM, IEF, IGAM, COPASA, EMATER-MG e as Prefeituras Municipais da bacia visando à efetivação do enquadramento dos corpos de água.

O Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica Mineira do Rio Paracatu, instituído pelo Decreto n.º 40.014, de 03 de novembro de 1998, no uso de suas atribuições e,

Considerando que durante a fase de elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos identificou-se a necessidade e oportunidade de o CBH-PARACATU estabelecer imediatamente um diálogo contínuo, envolvendo os atores sociais estratégicos da bacia, a fim de viabilizar acordos necessários para garantir a melhoria da qualidade e quantidade das águas da bacia;

Considerando que um dos maiores desafios da gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Paracatu será estabelecer um ambiente de convergência de ações e procedimentos que venham garantir a melhoria da qualidade e quantidade das águas da bacia;

Considerando que esse conjunto de ações e procedimentos deve ser implantado de forma integrada pelos atores sociais estratégicos, no intuito de potencializar os resultados para a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia;

Considerando a necessidade de proceder à efetivação do enquadramento dos corpos de água na bacia;

DELIBERA:

Art 1º O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu promoverá esforços para celebrar o primeiro instrumento jurídico, tendo como partícipes a SEMAD, FEAM, IEF, IGAM, COPASA, EMATER-MG e as Prefeituras Municipais como procedimento formal inicial da construção de acordos para a melhoria da qualidade e quantidade das águas da bacia;

§ 1º O instrumento jurídico a que se refere este artigo é denominado Termo de Cooperação Técnica, e sua minuta encontra-se no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paracatu/2006.

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

§ 2º O Termo de Cooperação Técnica define as atribuições dos atores sociais estratégicos, visando à soma e integração de esforços e evitando a fragmentação dos resultados.

Art. 2º O Termo de Cooperação Técnica mencionado deverá ser celebrado no prazo de 120 dias.

§ 1º É de responsabilidade da Câmara Técnica Institucional e Legal – CTIL viabilizar, a celebração do Termo de Cooperação Técnica, inclusive o anexo I, que corresponde ao Plano de Trabalho contendo o detalhamento das obras/estudos/serviços/programas de competência de cada partícipe;

§ 2º A minuta do Termo de Cooperação Técnica encontra-se disposta no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paracatu/2006, e deverá ser examinada pelos partícipes, inclusive com a possibilidade de inclusão de novos partícipes;

Art. 3º Esta deliberação entra em vigor na data de sua aprovação pelo Plenário do CBH-PARACATU.

João Pinheiro, 28 de abril de 2006

Jueli Cardoso Jordão
Presidente do CBH-PARACATU

Rodrigo Dutra Amaral
2º Secretário do CBH-PARACATU

ANEXO 3

Relação dos pontos d'água cadastrados até 1996

Numero	Código Poço	Longitude	Latitude	Município	Localidade	Prof. (m)	AnoPerf.	Executor	NE	ND	Rebak.	Vazio	VazãoEspec.
1	PE-705/00/001	465530	162200	Unai	Sede	66	1989	Hidrospôs	9	19,5	10,5	6,28	0,598
2	PE-705/00/002	465530	162200	Unai	Sede	100	1989	Hidrospôs	15	40	24,5	2,8	0,1154
3	PE-705/00/003	465530	162200	Unai	Sede	100	1989	Hidrospôs	15	40	24,5	2,8	0,1154
4	PE-705/00/004	465530	162200	Unai	Sede	90	1989	Hidrospôs	4	45	4,1	1,89	0,046
5	PE-705/00/005	465530	162200	Unai	Sede	100	1989	Hidrospôs	4	42	3,2	1,97	0,0488
6	PE-705/02/001	...	...	Unai	SAAE	60	1979	Mecar	15	24	3	4,4	0,4858
7	PE-705/02/002	...	...	Unai	SAAE	57	1979	Mecar	3	5	2	11	6,5
8	PE-705/02/003	...	...	Unai	Dist. Industrial	80	1982	Hidrospôs	2	23	21	3,68	0,1742
9	PE-705/04/001	...	...	Unai	Passo Fachel	98	1986	Hidrospôs	13	35	22	1,61	0,0731
10	PE-705/04/002	...	...	Unai	Passo Fachel	98	1986	Hidrospôs	13	35	22	1,61	0,0731
11	PE-705/04/003	...	...	Unai	Passo Fachel	98	1986	Hidrospôs	13	35	22	1,61	0,0731
12	PE-705/04/004	...	...	Unai	Faz. Ona/Diquia	64	1989	Hidrospôs	25	25	14,5	0,32	0,0157
13	PE-705/07/001	...	...	Unai	Faz. Barreiro	150	1989	Hidrospôs	7	61	54	1,22	0,0225
14	PE-705/07/002	...	...	Unai	Faz. Barreiro	150	1989	Hidrospôs	15	29,5	25	1,39	0,0429
15	PE-705/07/003	...	...	Unai	Faz. Barreiro	100	1989	Hidrospôs	54	82	11	0,3928	...
16	PE-705/07/004	...	...	Unai	Faz. Barreiro	82	1989	Hidrospôs	54	82	11	0,3928	...
17	PE-705/08/001	...	...	Unai	Faz. São Grande	142	1989	Hidrospôs	32	68	22	2,76	0,1073
18	PE-705/08/002	...	...	Unai	Faz. São Grande	142	1989	Hidrospôs	32	68	22	2,76	0,1073
19	PE-705/10/001	...	...	Unai	Faz. Caracavel	100	1989	Hidrospôs	27	50	23	1,39	0,0664
20	PE-705/11/001	...	...	Unai	Faz. Rensstentz	103	1990	Hidrospôs	91	43	13	2,3	0,0866
21	PE-705/11/002	...	...	Unai	Faz. Rensstentz	103	1990	Hidrospôs	91	43	13	2,3	0,0866
22	PE-705/13/001	...	...	Unai	Praga JK	76	1990	Hidrospôs	24	54	30	1,51	0,0563
23	PE-080/01/001	452430	163330	Bonfinópolis	Natalândia	61	1989	Red	7,45	8,72	0,97	18,18	2,71383
24	PE-080/01/002	452430	163330	Bonfinópolis	Natalândia	61	1989	Red	7,45	8,72	0,97	18,18	2,71383
25	PE-080/00/002	455930	163430	Bonfinópolis	Sede	100	1979	COPASA MG	8,4	55,14	46,74	1,11	0,0227
26	PE-080/00/003	455930	163430	Bonfinópolis	Sede	69,1	1980	COPASA MG	3,9	24,9	3,7	3,44	0,1109
27	PE-080/00/004	455930	163430	Bonfinópolis	Sede	80	1981	Hidrospôs	2,5	33,9	31,4	2,88	0,0853
28	PE-080/00/005	455930	163430	Bonfinópolis	Sede	75	1981	Hidrospôs	2,5	35,97	33,07	1,69	0,0561
29	PE-080/00/006	455930	163430	Bonfinópolis	Sede	75	1981	Hidrospôs	2,5	35,97	33,07	1,69	0,0561
30	PE-080/00/007	455930	163430	Bonfinópolis	Sede	75	1981	Hidrospôs	2,5	35,97	33,07	1,69	0,0561
31	PE-080/02/001	450500	163930	Bonfinópolis	Faz. Amap	80	1989	Hidrospôs	17	45	28	1,55	0,0563
32	PE-092/02/001	450500	163930	Buritizeiro	Carthema Mantega	100	1989	Hidrospôs	9,33	77,66	60,33	0,56	0,0081
33	PE-092/02/002	452430	164100	Santa Fé de Minas	Sede	90	1981	COPASA MG	0,3	46,65	46,35	1,82	0,0349
34	PE-092/02/003	452430	164100	Santa Fé de Minas	Sede	90	1981	COPASA MG	0,3	46,65	46,35	1,82	0,0349
35	PE-092/02/004	452430	164100	Santa Fé de Minas	Sede	90	1981	COPASA MG	0,3	46,65	46,35	1,82	0,0349
36	PE-092/02/005	452430	164100	Santa Fé de Minas	Sede	90	1981	COPASA MG	0,3	46,65	46,35	1,82	0,0349
37	PE-092/06/001	452430	163930	Buritizeiro	Carthema Mantega	142	1979	Hidrospôs	2,78	52,73	49,95	1,25	0,025
38	PE-092/06/002	452430	163930	Buritizeiro	Carthema Mantega	142	1979	Hidrospôs	2,78	52,73	49,95	1,25	0,025
39	PE-092/06/003	452430	163930	Buritizeiro	Carthema Mantega	142	1979	Hidrospôs	2,78	52,73	49,95	1,25	0,025
40	PE-092/06/004	452430	163930	Buritizeiro	Carthema Mantega	142	1979	Hidrospôs	2,78	52,73	49,95	1,25	0,025
41	PE-092/07/001	...	...	Buritizeiro	Faz. Palmeiras	110	1989	Hidrospôs	39,5	44	6,5	2,31	6,42
42	PE-092/07/002	...	...	Buritizeiro	Faz. Palmeiras	110	1989	Hidrospôs	39,5	44	6,5	2,31	6,42
43	PE-092/07/003	...	...	Buritizeiro	Faz. Palmeiras	110	1989	Hidrospôs	39,5	44	6,5	2,31	6,42
44	PE-092/07/004	...	...	Buritizeiro	Faz. Palmeiras	110	1989	Hidrospôs	39,5	44	6,5	2,31	6,42
45	PE-092/07/005	...	...	Buritizeiro	Faz. Palmeiras	120	1989	Hidrospôs	22	61,87	38,87	1,25	0,0321
46	PE-092/07/006	...	...	Buritizeiro	Faz. Palmeiras	120	1989	Hidrospôs	22	61,87	38,87	1,25	0,0321
47	PE-092/10/001	465230	171330	Paracatu	Faz. São. Tenozza	200	1989	Hidrospôs	18,8	69,93	51,13	0,53	0,0181
48	PE-092/10/002	465230	171330	Paracatu	Faz. São. Tenozza	200	1989	Hidrospôs	17	133	116	0,14	0,0012
49	PE-092/10/003	465230	171330	Paracatu	Faz. São. Tenozza	200	1989	Hidrospôs	17	133	116	0,14	0,0012
50	PE-470/00/004	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
51	PE-470/00/005	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
52	PE-470/00/006	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
53	PE-470/00/007	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
54	PE-470/00/008	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
55	PE-470/00/009	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
56	PE-470/00/010	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
57	PE-470/00/011	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
58	PE-470/00/012	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
59	PE-470/00/013	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
60	PE-470/00/014	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
61	PE-470/00/015	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
62	PE-470/00/016	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
63	PE-470/00/017	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
64	PE-470/00/018	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
65	PE-470/00/019	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
66	PE-470/00/020	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
67	PE-470/00/021	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
68	PE-470/00/022	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
69	PE-470/00/023	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
70	PE-470/00/024	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
71	PE-470/00/025	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
72	PE-470/00/026	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
73	PE-470/00/027	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
74	PE-470/00/028	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
75	PE-470/00/029	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
76	PE-470/00/030	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
77	PE-470/00/031	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
78	PE-470/00/032	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
79	PE-470/00/033	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
80	PE-470/00/034	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
81	PE-470/00/035	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
82	PE-470/00/036	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
83	PE-470/00/037	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
84	PE-470/00/038	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
85	PE-470/00/039	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
86	PE-470/00/040	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
87	PE-470/00/041	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
88	PE-470/00/042	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
89	PE-470/00/043	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1989	Sepadi	18,32	81,75	62,93	0,42	0,0060
90	PE-470/00/044	465230	171330	Paracatu	Faz. Bom Fecundo	120	1						

Número	Código Peco	Longitude	Latitude	Município	Localidade	Prof. (m)	AnoPerf.	Executor	NE	ND	eb	ab	am	em	Vazio	VezabEspc.
53	PC-470/00/007	465230	171330	Paracatu	Sede	100	1982	Hidrotopos	9,4	31	21,6	10,52	...	...	...	...
54	PC-470/00/008	465230	171330	Paracatu	Sede	120	1982	Hidrotopos	9,4	31	21,6	10,52	...	...	...	0,487
55	PC-470/00/009	465230	171330	Paracatu	Sede	120	1982	Hidrotopos	9,4	31	21,6	10,52	...	...	...	0,228
56	PC-470/00/010	465230	171330	Paracatu	Sede	250	1988	COPASA MG	19,35	34,62	16,74	11,76	...	...	...	0,5184
57	PC-470/00/011	465230	171330	Paracatu	Sede	250	1988	COPASA MG	22,76	38,16	15,4	8	...	...	...	18,902
58	PC-470/00/012	465230	171330	Paracatu	Sede	200	1980	Aguafera	33,48	37,49	4,01	7,58	...	...	...	0,0252
59	PC-470/00/013	...	...	Paracatu	Faz. Torib	130	1983	Hidrotopos	33	95	23	0,58	...	...	...	0,0252
60	PE-470/02/001	...	...	Paracatu	Posto Fiscal BRGO	150	1988	Hidrotopos	22	95	36	1,02	...	...	...	0,0252
61	PC-470/00/001	...	...	Paracatu	Posto Fiscal BRGO	150	1988	Hidrotopos	22	95	36	1,02	...	...	...	0,0252
62	PC-470/00/002	...	...	Paracatu	Posto Fiscal BRGO	150	1988	Hidrotopos	22	95	36	1,02	...	...	...	0,0252
63	PE-470/05/001	...	...	Paracatu	Faz. St. Antônio	70	1989	Hidrotopos	18	40	22	4	...	...	...	0,1816
64	PE-470/06/001	...	...	Paracatu	Faz. St. Antônio	70	1989	Hidrotopos	18	40	22	4	...	...	...	0,1816
65	PC-982/01/001	465230	171330	Burilizeiro	Labocães	60	1984	Hidrotopos	19,2	28,7	7,5	1,5	...	...	...	0,72
66	PC-982/01/001	465230	171330	Burilizeiro	Labocães	60	1984	Hidrotopos	19,2	28,7	7,5	1,5	...	...	...	0,72
67	PC-982/03/001	445500	172100	Burilizeiro	Vila das Palmeiras	88	1988	Hidrotopos	22,7	54,38	41,68	1,08	...	...	...	0,0259
68	PC-286/00/001	470500	174700	Guarda Mor	Vila São João	82	1980	Hidrotopos	2,32	16,31	15,99	8,3	...	...	...	0,5003
69	PC-286/00/002	470500	174700	Guarda Mor	Sede	82	1981	Hidrotopos	4,88	32	27,12	6,06	...	...	...	0,2254
70	PC-286/00/003	470500	174700	Guarda Mor	Sede	82	1981	Hidrotopos	4,88	32	27,12	6,06	...	...	...	0,2254
71	PC-711/00/001	465500	178600	Varanite	Sede	74	1980	Waldemar Geod	28,19	48,44	14,25	7,4	...	...	...	0,4054
72	PC-711/00/002	465500	178600	Varanite	Sede	72	1980	Waldemar Geod	21	21,82	0,82	16,66	...	...	...	20,317
73	PC-711/00/003	465500	178600	Varanite	Sede	61	1982	Waldemar Geod	16,22	17,49	17,9	22,22	...	...	...	0,4486
74	PC-711/00/004	465500	178600	Varanite	Sede	62	1987	COPASA MG	27,28	43,19	15,91	5,44	...	...	...	0,3419
75	PC-711/00/005	465500	178600	Varanite	Sede	74	1987	COPASA MG	27,28	43,19	15,91	5,44	...	...	...	0,3419
76	PC-711/00/006	465500	178600	Varanite	Sede	74	1987	COPASA MG	27,28	43,19	15,91	5,44	...	...	...	0,3419
77	PC-711/00/007	465500	178600	Varanite	Sede	62	1987	COPASA MG	13,9	14,94	1,04	28,57	...	...	...	27,711
78	PE-711/02/001	465500	178600	Varanite	AAAB	33,5	1983	Passareli	10	10,7	0,7	4,85	...	...	...	66,571
79	PE-384/00/001	481000	174300	João Pinheiro	Sede	65	1988	Hidrotopos	19	27	6	6,06	...	...	...	0,7575
80	PE-384/00/001	481000	174300	João Pinheiro	Sede	65	1988	Hidrotopos	19	27	6	6,06	...	...	...	0,7575
81	PE-384/01/002	...	...	João Pinheiro	Faz. Santa Cruz	51	1984	Hidrotopos	5	14	6	3,88	...	...	...	0,4311
82	PE-384/01/002	...	...	João Pinheiro	Faz. Santa Cruz	51	1984	Hidrotopos	5	14	6	3,88	...	...	...	0,4311
83	PE-384/02/001	...	...	João Pinheiro	Faz. São João	16	1978	Mecar	16	40	24	1,12	...	...	...	0,0466
84	PE-384/02/001	...	...	João Pinheiro	Faz. São João	16	1978	Mecar	16	40	24	1,12	...	...	...	0,0466
85	PE-384/04/001	...	...	João Pinheiro	João de Fátima	80	1978	Mecar	34	37	5	2,99	...	...	...	0,8556
86	PE-384/05/001	...	...	João Pinheiro	Matinha	95	1979	Mecar	15	25	13	3,14	...	...	...	0,2415
87	PE-384/07/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Diamante	100	1979	Mecar	21	46	19	1,85	...	...	...	0,3076
88	PE-384/07/002	...	...	João Pinheiro	Buritis	99	1979	Mecar	12	25	13	4	...	...	...	0,3076
89	PE-384/07/002	...	...	João Pinheiro	Buritis	99	1979	Mecar	12	25	13	4	...	...	...	0,3076
90	PE-384/08/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Ribeira Offbas	70	1979	Mecar	6	24	10	2,93	...	...	...	0,2303
91	PE-384/10/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Santa Cruz	100	1979	Mecar	15	25	10	2,31	...	...	...	0,231
92	PE-384/10/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Santa Cruz	100	1979	Mecar	15	25	10	2,31	...	...	...	0,231
93	PE-384/11/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Gonzaga	110	1979	Mecar	11	30	19	3,14	...	...	...	0,1652
94	PE-384/13/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Fátima	120	1979	Mecar	25	43	15	2,09	...	...	...	0,1393
95	PE-384/13/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Fátima	120	1979	Mecar	25	43	15	2,09	...	...	...	0,1393
96	PE-384/14/001	...	...	João Pinheiro	Valgem Bonita	102	1979	Mecar	30	39	9	2,2	...	...	...	0,2444
97	PE-384/14/001	...	...	João Pinheiro	Valgem Bonita	102	1979	Mecar	30	39	9	2,2	...	...	...	0,2444
98	PE-384/16/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Almo	99	1980	Mecar	18	27	9	3,14	...	...	...	0,3458
99	PE-384/17/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Espora de Prata	83	1982	Hidrotopos	30	36	6	1,66	...	...	...	0,2766
100	PE-384/17/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Espora de Prata	83	1982	Hidrotopos	30	36	6	1,66	...	...	...	0,2766
101	PE-384/19/001	...	...	João Pinheiro	Faz. Antopolim	120	1983	Hidrotopos	2,2	6,5	4,3	5,55	...	...	...	12,508
102	PE-384/20/001	...	...	João Pinheiro	Faz. João Pinheiro	75	1984	Hidrotopos	17	22	5	1,87	...	...	...	0,334

Numero	Código Poço	Longitude	Latitude	Município	Localidade	Prof. (m)	AnoPerf.	Executor	NE	ND	ebatrament	Vazao	VazãoEspec.
154	BOP-023	461115	162520	Burnópolis	Faz. UBER	148	1983	---	15	---	87	1,6	0,018
155	B2P-003	455655	172015	Buritizeiro	Faz. Sade	150	1973	---	---	---	---	---	---
156	B2P-004	455655	172015	Buritizeiro	Sede	80	1973	---	---	---	---	---	---
157	B2P-005	441900	173336	Buritizeiro	Chapadão	130	1976	---	25,4	---	---	---	---
158	B2P-010	421132	171500	Buritizeiro	Faz. São Pedro	77	---	---	---	---	---	---	---
159	B2P-012	452816	170442	Buritizeiro	Faz. S. ANTONIO	11,8	---	---	6,7	---	---	---	---
162	B2P-013	455530	164437	Buritizeiro	Faz. PR. JO. MOURA	108	1976	---	15	---	---	---	---
164	GAP-001	470515	174600	Guarda Mor	Faz. Sade	80	1971	---	8	45	37	4,18	0,112
165	GAP-002	470240	173605	Guarda Mor	Piçarror	13,6	1966	---	10,3	---	---	---	---
167	GAP-003	470915	173226	Guarda Mor	Faz. P. B. S.	---	---	---	---	---	---	0,83	---
168	JPP-002	461245	174350	João Pinheiro	Compa - BR-040	90	1969	---	21	65	44	6,94	0,157
169	JPP-004	454650	165330	João Pinheiro	Carabava	95	1971	---	32	---	---	---	---
170	JPP-005	454650	165330	João Pinheiro	Carabava	95	1971	---	---	---	---	---	---
171	JPP-007	454815	172515	João Pinheiro	Barbadinho	86	1971	---	18	56	38	1,66	0,043
172	JPP-008	461910	174130	João Pinheiro	Vargem Bonita	100	1971	---	16	60	42	2,07	0,049
173	JPP-009	461910	174130	João Pinheiro	Armação	104	---	---	2,2	---	---	---	---
174	JPP-010	461720	174215	João Pinheiro	Armação	125	---	---	---	---	---	---	---
175	JPP-011	460300	173760	João Pinheiro	Faz. Santa Luzia	---	---	---	---	---	---	---	---
176	JPP-012	460300	173760	João Pinheiro	Faz. Santa Luzia	---	---	---	---	---	---	---	---
177	JPP-013	460345	174340	João Pinheiro	Km220 - BR-040	21,8	---	---	21,07	---	---	2	---
178	JPP-014	460020	175745	João Pinheiro	Km 330 - BR-040	---	---	---	---	---	---	---	---
179	JPP-015	454715	175850	João Pinheiro	Faz. Sade	15,9	---	---	15,1	---	---	---	---
180	JPP-016	454715	175850	João Pinheiro	Faz. Sade	15,9	---	---	15,1	---	---	---	---
181	JPP-017	460130	170045	João Pinheiro	Brasília	73	---	---	---	---	---	---	---
182	JPP-018	460130	170045	João Pinheiro	Brasília	73	---	---	---	---	---	---	---
183	JPP-019	460130	170045	João Pinheiro	Brasília	73	---	---	---	---	---	---	---
184	JPP-020	455840	170215	João Pinheiro	Cia Pecuária	---	---	---	---	---	---	---	---
185	JPP-021	455840	170215	João Pinheiro	Cia Pecuária	---	---	---	---	---	---	---	---
186	JPP-022	455840	170215	João Pinheiro	Cia Pecuária	---	---	---	---	---	---	---	---
187	JPP-023	454530	180545	João Pinheiro	Varezeis	113,2	1971	---	19	---	---	---	---
188	JPP-024	461330	174350	João Pinheiro	Varezeis	8,4	---	---	4,91	---	---	---	---
189	JPP-025	461330	174350	João Pinheiro	Varezeis	130	1976	---	15	80	65	2,22	0,034
190	JPP-026	461940	173645	João Pinheiro	C. Sade	---	---	---	---	---	---	---	---
191	JPP-027	462600	172200	João Pinheiro	Faz. Buriti	6,1	---	---	5,45	---	---	---	---
192	JPP-028	461645	171400	João Pinheiro	Faz. Matias	2,3	---	---	11,48	---	---	---	---
193	JPP-029	461645	171400	João Pinheiro	Faz. Matias	2,3	---	---	6,95	---	---	---	---
194	JPP-030	461515	170730	João Pinheiro	Faz. Matias	6,1	1974	---	---	---	---	---	---
195	JPP-031	461145	170715	João Pinheiro	Faz. Matias	8,7	---	---	8,95	---	---	---	---
196	JPP-032	461145	170715	João Pinheiro	Faz. Matias	8,7	---	---	8,95	---	---	---	---
197	JPP-033	460715	171345	João Pinheiro	Faz. Legua	10,1	---	---	8,94	---	---	---	---
198	JPP-034	460630	173510	João Pinheiro	Faz. São Mateus	14	---	---	4,98	---	---	---	---
199	JPP-035	460430	173230	João Pinheiro	Faz. São Mateus	14	---	---	4,98	---	---	---	---
200	JPP-036	460430	173230	João Pinheiro	Faz. Retiro	20,3	---	---	20,15	---	---	---	---
201	JPP-037	460845	172300	João Pinheiro	Faz. Retiro	75	1983	---	---	---	---	---	---
202	JPP-038	461385	172415	João Pinheiro	Faz. Santa	60,1	---	---	12,39	---	---	---	---

Numero	Código Poço	Longitude	Latitude	Município	Localidade	Prof. (m)	AnoPerf.	Executor	NE	ND	ebalament	Vazio	VazioEspec.
203	JPP-039	461245	172650	João Pinheiro	Frua Dana	53							
204	JPP-040	455500	179900	João Pinheiro	Castelha	21,3			20,97				
205	JPP-041	455200	180030	João Pinheiro	C. Castilha	6,5			5,76				
206	JPP-042	455200	180030	João Pinheiro	Km.356 - BR-340	6,5			5,76				
207	JPP-043	453845	175150	João Pinheiro	Bom Esperança	3,4			0,41				
208	JPP-044	461745	174845	João Pinheiro	Prto. Diamante	5,4			3,42				
209	JPP-045	461745	174845	João Pinheiro	Prto. Diamante	5,4			3,42				
210	JPP-046	455545	181445	João Pinheiro	Barr. Fúria								
211	JPP-047	455435	181530	João Pinheiro	Uania								
212	JPP-048	455435	181530	João Pinheiro	Uania								
213	JPP-049	455500	181438	João Pinheiro	Uania								
214	JPP-050	455500	181438	João Pinheiro	Uania								
215	JPP-051	455523	181515	João Pinheiro	Uania								
216	JPP-052	456853	181923	João Pinheiro	Água Emendada								
217	JPP-053	456853	181923	João Pinheiro	Água Emendada								
218	JPP-054	456530	181234	João Pinheiro	Santana								
219	JPP-055	456545	181300	João Pinheiro	Capoteiro								
220	JPP-056	455515	181343	João Pinheiro	Capoteiro								
221	JPP-057	455515	181343	João Pinheiro	Capoteiro								
222	JPP-058	455145	181352	João Pinheiro	Km 317 - BR-365								
223	JPP-059	455232	181445	João Pinheiro	Km319 - BR-365								
224	JPP-060	455232	181445	João Pinheiro	Km319 - BR-365								
225	JPP-061	455122	181300	João Pinheiro	Km315 - BR-365								
226	JPP-062	455045	181240	João Pinheiro	Km314 - BR-365								
227	JPP-063	454400	180900	João Pinheiro	Km312 - BR-365								
228	JPP-064	454400	180900	João Pinheiro	Zk Antonio								
229	JPP-065	454138	180837	João Pinheiro	V. Pindaliba								
230	JPP-066	455015	180838	João Pinheiro	V. Pindaliba								
231	JPP-067	454945	180735	João Pinheiro	Vizua Grande								
232	JPP-068	455015	180838	João Pinheiro	Macaubas								
233	JPP-069	455015	180838	João Pinheiro	Macaubas								
234	JPP-070	455407	181053	João Pinheiro	Faz. Urupão Grande								
235	JPP-071	455407	181053	João Pinheiro	Faz. Urupão Grande								
236	JPP-072	454915	180534	João Pinheiro	Santana								
237	JPP-073	454915	180534	João Pinheiro	Santana								
238	JPP-074	454820	180440	João Pinheiro	Bom Esperança								
239	JPP-075	453845	180135	João Pinheiro	S. Cabaceas								
240	JPP-076	453845	180135	João Pinheiro	S. Cabaceas								
241	JPP-077	454035	180635	João Pinheiro	Vale da Ilha								
242	JPP-078	454152	180245	João Pinheiro	Susuarana								
243	JPP-079	454152	180245	João Pinheiro	Susuarana								
244	JPP-080	454730	180223	João Pinheiro	Km318 - BR-365								
245	JPP-081	455530	181845	João Pinheiro	Castelha								
246	JPP-082	455530	181845	João Pinheiro	Castelha								
247	JPP-083	454800	180740	João Pinheiro	Notreza								
248	JPP-084	454800	180740	João Pinheiro	Notreza								
249	JPP-085	454800	180740	João Pinheiro	Notreza								
250	LGP-001	464815	181045	Lagamar	Sede	122	1971		6			0,13	
251	LGP-002	464815	181045	Lagamar	Sede	122	1971		6			0,13	
252	LGP-003	464115	180350	Lagamar	Reitoria S. Luiz	40	1971		2	41	38	4,18	0,102
253	LGP-004	464115	180350	Lagamar	Reitoria S. Luiz	40	1971		2	41	38	4,18	0,102
254	LGP-005	464140	176730	Lagamar	Faz. Carrapato	88	1971		15	48	31	11,12	0,368
255	LGP-006	464140	176730	Lagamar	Faz. Carrapato	88	1971		15	48	31	11,12	0,368
256	LGP-007	464720	181100	Lagamar	Faz. Carrapato	40			8,07	29	21	1,0	0,476

Numero	Código Poço	Longitude	Latitude	Município	Localidade	Prof. (m)	AnoPerf.	Executor	NE	ND	ebairament	Vazão	VazãoEspec.
263	LGP-009	484720	181100	Lagamar	Faz. Campesino	43	1971		10	31	21	0,84	0,33
264	LGP-010	484720	181100	Lagamar	Faz. Campesino	43	1971		10	31	21	0,84	0,33
265	LGP-008	484600	181130	Lagamar	Faz. Vermeilha	..	..	..	..	..	..	..	..
266	LGP-009	484723	180800	Lagamar	Faz. Marão	..	..	..	..	..	..	..	..
267	LGP-011	484720	180800	Lagamar	Faz. Marão	..	..	..	..	..	..	..	..
268	LGP-011	484740	180120	Lagamar	Corrego Daria	17,3	1983		16,95	..	..	..	..
269	LGP-014	483710	180540	Lagamar	Faz. São Braz	..	..	..	..	..	..	..	..
270	LGP-014	483710	180540	Lagamar	Faz. São Braz	..	..	..	..	..	..	..	..
271	LGP-016	484125	180350	Lagamar	São Braz	23,4	1959		22,08	..	..	..	..
272	LGP-017	484125	180350	Lagamar	São Braz	23,3	..	..	22,56	..	..	..	..
273	LGP-018	484115	180815	Lagamar	Faz. Caratinga	..	..	..	..	..	..	..	..
274	LGP-019	484915	180815	Lagamar	Faz. Caratinga	..	..	..	..	..	..	..	..
275	PAP-001	485200	171300	Paracatu	Sede	90	1971		3,7	55	51,3	3,05	0,059
276	PAP-002	485200	171300	Paracatu	Sede	80	1971		4	50	48	3,25	0,087
277	PAP-003	485200	171300	Paracatu	Sede	80	1971		4	50	48	3,25	0,087
278	PAP-004	485200	171300	Paracatu	Sede	120	1972		35	70	35	1,11	0,031
279	PAP-005	485230	171240	Paracatu	P. Mourão	19	1973		19	24	19	1,56	0,11
280	PAP-006	485230	171240	Paracatu	P. Mourão	19	1973		19	24	19	1,56	0,11
281	PAP-007	485150	171420	Paracatu	Sede	80	1986		0,7	6	6,3	8	1,509
282	PAP-008	485150	171420	Paracatu	Sede	80	1985		2	8	6	7,5	1,28
283	PAP-009	485150	171420	Paracatu	Sede	80	1985		2	8	6	7,5	1,28
284	PAP-010	484330	172400	Paracatu	Parque Suméria	140	1975		19	50	31	4,44	0,143
285	PAP-011	484840	172650	Paracatu	Faz. Buriti	100	1975		16	40	24	5,14	0,13
286	PAP-012	485150	171420	Paracatu	Sede	80	1975		5	47,25	42,25	4	0,095
287	PAP-013	485150	171420	Paracatu	Sede	104	1975		5	47,25	42,25	4	0,095
288	PAP-014	485150	171420	Paracatu	Sede	92	1975		5	18,3	13,3	13,75	1,033
289	PAP-015	485150	171420	Paracatu	Sede	80	1975		5	18,3	13,3	13,75	1,033
290	PAP-016	485150	171420	Paracatu	Sede	80	1975		5	18,3	13,3	13,75	1,033
291	PAP-017	485230	171240	Paracatu	Sede	141	1975		1,5	38,5	37	2,05	0,055
292	PAP-018	484920	170350	Paracatu	Faz. Mogambo	56	1975		5,3	29,9	3,9	7,33	1,704
293	PAP-019	484920	170350	Paracatu	Faz. Mogambo	56	1975		5,3	29,9	3,9	7,33	1,704
294	PAP-020	483450	172840	Paracatu	Grupo Escobar	19,7	..	..	19,5	..	..	..	..
295	PAP-021	484920	170350	Paracatu	Faz. E. Velho	55	1970		..	..	..	..	..
296	PAP-022	484920	170350	Paracatu	Faz. E. Velho	55	1970		..	..	..	..	..
297	PAP-023	484610	170810	Paracatu	União Clube	150	1976		..	..	..	..	..
298	PAP-024	485230	171240	Paracatu	União Clube	150	1976		28	..	..	..	..
299	PAP-025	485230	171240	Paracatu	União Clube	150	1976		28	..	..	..	..
300	PAP-026	485230	171240	Paracatu	União Clube	150	1976		28	..	..	..	..
301	PAP-027	485230	171240	Paracatu	Sede DNER	..	1974		..	..	..	..	..
302	PAP-028	485230	171240	Paracatu	Sede DNER	..	1974		..	..	..	..	..
303	PAP-029	485420	171430	Paracatu	Grapiúba	150	1976		..	..	..	..	..
304	PAP-030	484640	172050	Paracatu	Faz. Milho Verde	120	1973		22	30,4	8,4	1,39	0,165
305	PAP-031	484640	172050	Paracatu	Faz. Milho Verde	120	1973		22	30,4	8,4	1,39	0,165
306	PAP-032	484820	172600	Paracatu	Faz. São João	..	..	..	..	..	..	..	..
307	PAP-033	484740	172040	Paracatu	Faz. da Leja	..	..	..	..	..	..	..	..
308	PAP-034	484200	173120	Paracatu	Faz. Riabinu	24	..	..	..	..	..	..	..
309	PAP-035	483930	164915	Paracatu	Grupo Escobar	19,4	..	..	..	..	..	..	..
310	PAP-036	483930	164915	Paracatu	Grupo Escobar	19,4	..	..	..	..	..	..	..
311	PAP-037	483510	171650	Paracatu	Faz. Bon Soho	8,2	1975		8,3	..	..	..	..
312	PAP-038	483185	162550	Paracatu	Faz. Santa Sofia	50,8	1974		..	..	..	..	..

Numero	Código Poço	Longitude	Latitude	Município	Localidade	Prof. (m)	AnoPerf.	Executor	NE	ND	ebatramen	Vazo	VazãoEspec.
313	POP-001	482520	182450	Presidente Olegário	Sede	55	1984		4,7	2,93	1,14	4,88	4,105
314	POP-002	482520	182450	Presidente Olegário	Sede	50	1984		2	25	23	1,38	0,06
315	POP-003	482520	182450	Presidente Olegário	Sede	50	1984		26,4	53,2	26,8	1,38	0,06
316	POP-004	482520	175330	Presidente Olegário	Faz. Barreiro	71	1975		4	15	11	0,06	0,74
317	POP-005	482520	175330	Presidente Olegário	Faz. Pau d'Ono	80	1976		4	15	11	0,06	0,74
318	POP-006	482520	175330	Presidente Olegário	Faz. Pau d'Ono	80	1976		4	15	11	0,06	0,74
319	POP-012	483240	175250	Presidente Olegário	Faz. Pontal	...	1975		0,26	...	...	0,07	...
320	POP-013	483240	175250	Presidente Olegário	Faz. Pontal	...	1975		4,87	...	...	...	...
321	POP-014	482215	174845	Presidente Olegário	Faz. Sarateira	18,7	...		...	...	...	...	...
322	POP-015	482500	180415	Presidente Olegário	Ponte Hime	...	...		...	...	...	...	...
323	POP-016	482500	180415	Presidente Olegário	Ponte Hime	...	...		...	...	...	...	...
324	POP-017	482600	173630	Presidente Olegário	Vereador dos Capadós	6,8	...		5,03	...	...	...	...
325	POP-018	482130	175410	Presidente Olegário	Bela Vista	24,3	...		24	...	...	...	...
326	POP-019	483020	175015	Presidente Olegário	Faz. Antonio	7,8	1976		4,53	...	...	...	...
327	POP-020	483620	173650	Presidente Olegário	Faz. S. Carlos	13,8	...		10,8	...	...	...	...
328	POP-021	...	...	Presidente Olegário	Faz. Lagoa do Fecho	4,8	...		3,45	...	...	...	...
329	POP-022	481415	181830	Presidente Olegário	F. Gaiena	6,3	...		2,1	...	...	12,5	...
330	POP-023	481415	181830	Presidente Olegário	F. Gaiena	6,3	...		0,81	...	...	...	...
331	POP-024	483030	180200	Presidente Olegário	Lagoa Grande	1,6	...		4,53	...	...	0,38	...
332	POP-025	483030	180200	Presidente Olegário	Lagoa Grande	7,8	...		...	...	...	...	...
333	POP-026	482840	181240	Presidente Olegário	Faz. Varadés Grande	...	...		...	...	...	111,11	...
334	POP-027	482840	181240	Presidente Olegário	Faz. Varadés Grande	...	...		...	...	...	111,11	...
335	POP-028	483040	181720	Presidente Olegário	Faz. Anexas	...	...		...	...	...	11,11	...
336	POP-029	483040	181720	Presidente Olegário	Faz. Anexas	...	...		...	...	...	11,11	...
337	POP-030	483315	182045	Presidente Olegário	Cataguinha	...	...		...	...	...	5,35	...
338	POP-031	483820	181910	Presidente Olegário	Faz. Piarrão	...	...		...	...	...	55,55	...
339	POP-032	483820	181910	Presidente Olegário	Faz. Piarrão	...	...		...	...	...	55,55	...
340	SMP-001	482445	164115	Santa F. de Minas	Faz. Santa F. de Minas	64	1974		6	35	29	4,44	0,153
341	SMP-002	482445	164115	Santa F. de Minas	Sede	...	...		10,78	...	...	1,68	...
342	SMP-003	482445	164115	Santa F. de Minas	Sede	...	...		...	...	...	...	...
343	SMP-004	482445	164115	Santa F. de Minas	Faz. Cambauba	...	...		...	...	...	...	...
344	SMP-005	482150	164915	Santa F. de Minas	Faz. Areia	6,7	...		2,74	...	...	...	...
345	SMP-006	482745	162700	Santa F. de Minas	Faz. dos Ranchos	...	...		...	...	...	0,95	...
346	SMP-007	482745	162700	Santa F. de Minas	Faz. dos Ranchos	...	...		...	...	...	...	...
347	SMP-008	484930	163730	Santa F. de Minas	Faz. Varadés	...	...		...	...	...	...	...
348	UNP-001	485300	162200	Unai	Sede	60	1972		...	...	...	...	...
349	UNP-002	485300	162200	Unai	Sede	60	1972		11	15	4	6	0,25
350	UNP-003	485300	162200	Unai	Sede	75	1973		3	16	13	4,22	0,383
351	UNP-004	485300	162200	Unai	Sede	103	1973		13	60	47	1,66	0,035
352	UNP-005	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
353	UNP-006	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
354	UNP-007	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
355	UNP-008	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
356	UNP-009	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
357	UNP-010	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
358	UNP-011	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
359	UNP-012	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
360	UNP-013	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
361	UNP-014	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
362	UNP-015	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
363	UNP-016	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
364	UNP-017	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
365	UNP-018	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
366	UNP-019	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
367	UNP-020	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
368	UNP-021	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
369	UNP-022	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
370	UNP-023	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
371	UNP-024	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
372	UNP-025	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
373	UNP-026	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
374	UNP-027	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
375	UNP-028	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
376	UNP-029	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
377	UNP-030	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
378	UNP-031	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
379	UNP-032	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
380	UNP-033	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
381	UNP-034	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
382	UNP-035	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
383	UNP-036	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
384	UNP-037	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
385	UNP-038	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
386	UNP-039	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
387	UNP-040	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
388	UNP-041	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
389	UNP-042	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
390	UNP-043	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
391	UNP-044	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
392	UNP-045	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
393	UNP-046	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
394	UNP-047	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
395	UNP-048	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
396	UNP-049	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
397	UNP-050	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
398	UNP-051	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
399	UNP-052	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
400	UNP-053	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
401	UNP-054	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
402	UNP-055	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
403	UNP-056	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
404	UNP-057	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
405	UNP-058	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
406	UNP-059	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
407	UNP-060	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
408	UNP-061	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
409	UNP-062	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
410	UNP-063	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
411	UNP-064	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
412	UNP-065	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
413	UNP-066	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
414	UNP-067	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
415	UNP-068	485300	162200	Unai	Sede	60	1957		1,3	28	26,2	3,88	0,148
416	UNP-069	485300											

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Requerente	Nº Portaria	Data Publicação	Município	Recurso hídrico	Latitude	Longitude	Vazão (m³/h)
João Soares Fonseca	75	29/05/1996	Brasília de Minas	Poço			7,2
Mário Tuyama	69	22/3/1997	Paracatu	Poço 01			90
Mário Tuyama	69	22/3/1997	Paracatu	Poço 06			79,2
Mário Tuyama	69	22/3/1997	Paracatu	Poço 02			79,2
Mário Tuyama	69	22/3/1997	Paracatu	Poço 04			14,4
Mário Tuyama	69	22/3/1997	Paracatu	Poço 03			90
Mário Tuyama	69	22/3/1997	Paracatu	Poço 05			39,6
COPASA / MG	87	5/2/1998	Santa Fé de Minas	Poço	164100	452400	14,4
COPASA / MG	87	5/2/1998	Santa Fé de Minas	Poço	164100	452400	7,2
COPASA / MG	87	5/2/1998	Santa Fé de Minas	Poço	164100	452400	14,4
Mário Tuyama	209	30/4/1998	Paracatu	Poço	170953	463092	14,4
Mário Tuyama	210	30/4/1998	Paracatu	Poço	170946	463144	68,4
Mário Tuyama	211	30/4/1998	Paracatu	Poço	170945	463144	68,4
Mário Tuyama	212	30/4/1998	Paracatu	Poço	170945	463150	54
Mário Tuyama	213	30/4/1998	Paracatu	Poço	170956	463152	43,2
Mário Tuyama	306	15/9/1999	Paracatu	Poço	170949	463143	54
Décio Bruxel	383	25/11/1999	Patos de Minas	Poço	180725	462918	6
José Carlos Sanches	383	25/11/1999	Presidente Olegário	Poço	181539	463120	8
Sementes Agroceres S/A	43	14/1/2000	Paracatu	Poço	171302	465217	8,6
Altair Caixeta Borges	58	23/2/2000	Paracatu	Poço	172834	463917	15,56
Agroceres Pic Suínos Biotecnologia e Nutrição Animal S/A	706	14/12/2000	Presidente Olegário	Poço Tubular	181954	482812	3,15
Agroceres Pic Suínos Biotecnologia e Nutrição Animal S/A	705	14/12/2000	Presidente Olegário	Poço Tubular	181949	482818	3,15
COPASA / MG	117	23/2/2001	Guarda Mor	Poço	181347	485360	21,8
COPASA / MG	117	23/2/2001	Guarda Mor	Poço	181347	485360	29
COPASA / MG	117	23/2/2001	Guarda Mor	Poço	181347	485360	7,5
COPASA / MG	117	23/2/2001	Guarda Mor	Poço	181347	485360	8,6
COPASA / MG	117	23/2/2001	João Pinheiro	Poço	181526	474929	8,6
COPASA / MG	117	23/2/2001	Lagambar	Poço	184917	471133	21,8
COPASA / MG	117	23/2/2001	Lagoa Grande	Poço	180950	472858	28,8
COPASA / MG	117	23/2/2001	Lagoa Grande	Poço	180950	472858	45
COPASA / MG	117	23/2/2001	Lagoa Grande	Poço	180950	472858	43,5
COPASA / MG	117	23/2/2001	Lagoa Grande	Poço	180950	472858	43,5
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	21,2
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	38
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	28,8
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	14,7
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	15,3
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	38
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	24
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	38
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	42,3
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	31,3
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	27,3
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	35,6
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	18
COPASA / MG	117	23/2/2001	Paracatu	Poço	184660	470733	25,7
COPASA / MG	117	23/2/2001	Presidente Olegário	Poço	184660	473449	20
COPASA / MG	117	23/2/2001	Presidente Olegário	Poço	193506	473449	21,8
COPASA / MG	117	23/2/2001	Vazante	Poço	180049	470533	103
COPASA / MG	117	23/2/2001	Vazante	Poço	180049	470533	19,6
COPASA / MG	117	23/2/2001	Vazante	Poço	180049	470533	28,8
COPASA / MG	117	23/2/2001	Vazante	Poço	180049	470533	80
COPASA / MG	117	23/2/2001	Vazante	Poço	180049	470533	60
COPASA / MG	117	23/2/2001	Vazante	Poço	180049	470533	11,2
COPASA / MG	117	23/2/2001	Vazante	Poço	180049	470533	18,4
Rio Paracatu Mineração S/A	273	7/4/2001	Paracatu	Poço	171022	465229	11
Rio Paracatu Mineração S/A	274	7/4/2001	Paracatu	Poço	171036	465209	2

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Requerente	Nº Portaria	Data Publicação	Município	Recurso hídrico	Latitude	Longitude	Vazão (m³/h)
Espólio de Hendrik Rokus Reedijk repres por Lia Maria Reedijk	385	2/6/2001	João Pinheiro	Poço	181857	454853	0,5
Rogério Luiz Seibt	421	19/6/2001	Presidente Olegário	Poço	180528	462819	87
Rogério Luiz Seibt	422	19/6/2001	Presidente Olegário	Poço	180518	462722	97,5
Rogério Luiz Seibt	468	6/7/2001	Presidente Olegário	Poço	180457	462719	86
Rogério Queiroz Araújo e Juarez Afonso de Queiroz	40	12/1/2002	João Pinheiro	Poço	170836	453442	6,1
Rogério Queiroz Araújo e Juarez Afonso de Queiroz	41	12/1/2002	João Pinheiro	Poço	170836	453322	1,6
Juarez Afonso de Queiroz	328	28/3/2002	João Pinheiro	Poço	170945	452826	0,6
João Raulino Pereira	407	25/4/2002	João Pinheiro	Poço	173146	461821	150
SAGRES S/A	468	11/5/2002	Unai	Poço	165746	461444	21,1
Inácio Carlos Urban	655	24/7/2002	Presidente Olegário	Poço	180529	462908	21,6
Inácio Carlos Urban	654	24/7/2002	Presidente Olegário	Poço	180333	462824	8,5
Inácio Carlos Urban	656	24/7/2002	São Gonçalo do Abaeté	Poço	181644	455336	2
Inácio Carlos Urban	694	2/8/2002	São Gonçalo do Abaeté	Poço	181809	455316	4,2
Mabele Gontijo, Júlio M. Gontijo e Aparecida O. de Deus Gontijo	842	13/9/2002	Presidente Olegário	Poço	175526	461753	3,8
Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA	1207	27/12/2002	Paracatu	Poço	170257	464634	7
V & M Florestal Ltda	55	17/1/2003	Brasilândia de Minas	Poço	170102	455157	8
V & M Florestal Ltda	54	17/1/2003	Brasilândia de Minas	Poço	170038	455418	8,5
Vito Transportes Ltda	143	18/2/2003	Paracatu	Poço	171023	461742	13,2
Vito Transportes Ltda	144	18/2/2003	Paracatu	Poço	170845	462100	5,9
Vito Transportes Ltda	146	18/2/2003	Paracatu	Poço	170529	461736	8
Vito Transportes Ltda	145	18/2/2003	Paracatu	Poço	171029	461740	5,3
V & M Florestal Ltda	252	15/3/2003	João Pinheiro	Poço	173318	452543	4,5
V & M Florestal Ltda	253	15/3/2003	João Pinheiro	Poço	171948	460551	8
V & M Florestal Ltda	255	15/3/2003	Lagoa Grande	Poço	173941	463244	10
V & M Florestal Ltda	254	15/3/2003	Lagoa Grande	Poço	174211	463018	8
V & M Florestal Ltda	402	6/5/2003	Paracatu	Poço	165405	464211	1,9
V & M Florestal Ltda	601	31/5/2003	Brasilândia de Minas	Poço	171136	455545	18
Mário Tuyama	596	31/5/2003	Paracatu	Poço	171147	463014	60
Mário Tuyama	598	31/5/2003	Paracatu	Poço	171049	463030	60
Mário Tuyama	595	31/5/2003	Paracatu	Poço	171137	463014	60
Mário Tuyama	597	31/5/2003	Paracatu	Poço	171113	463021	7,5
Mário Tuyama	593	31/5/2003	Paracatu	Poço	171117	463021	60
Mário Tuyama	594	31/5/2003	Paracatu	Poço	171045	463027	65
Energética e Agropastoril Ltda - SIDERPA	947	6/9/2003	Paracatu	Poço	171222	463350	11,3
Sandoval de Castro Ferreira	1122	10/10/2003	Guarda Mor	Poço Tubular	173242	465522	3
Guilherme Reis de Moura Estevão, José Marcelo Nunes Rocha e Maur	1140	18/10/2003	Patos de Minas	Poço Tubular	183705	461916	1,5
Destilaria Rio do Cachimbo Ltda	1335	12/11/2003	João Pinheiro	Poço Tubular	175035	455224	1,9
Destilaria Rio do Cachimbo Ltda	1336	12/11/2003	João Pinheiro	Poço Tubular	175044	455124	2,1
Mário Tuyama	1461	29/11/2003	Paracatu	Poço Tubular	170926	463144	80
Mário Tuyama	1462	29/11/2003	Paracatu	Poço Tubular	170929	463127	60
Mário Tuyama	1460	29/11/2003	Paracatu	Poço Tubular	170922	463132	60
Mário Tuyama	1459	29/11/2003	Paracatu	Poço Tubular	170932	463130	48
Auto Posto Moirão Ltda	377	14/2/2004	Paracatu	Poço Tubular	171318	465201	13
Auto Posto Sem Fronteira II Ltda	668	18/3/2004	Lagoa Grande	Poço Tubular	174958	463102	10
Companhia Mineira de Metais	752	26/3/2004	Vazante	Poço	175824	465123	11500
Palmares Construtora e Incorporadora Ltda	1002	17/4/2004	Unai	Poço Tubular	162800	465620	9,8
Prefeitura Municipal de Guarda Mor	1374	22/5/2004	Guarda Mor	Poço Tubular	174735	470557	2,5
Caia - Calcário Lagamar Indústria e Comércio Ltda	1564	4/6/2004	Lagamamar	Poço Tubular	181008	464904	6
Caia - Calcário Lagamar Indústria e Comércio Ltda	1563	4/6/2004	Lagamamar	Poço Tubular	180947	465159	4,56
Posto Presidente Ltda	1590	4/6/2004	Paracatu	Poço Tubular	171303	465220	8,8
Gilmar Francisco Corrêa	1656	9/6/2004	Vazante	Poço Tubular	175848	465438	5
Ataide Gonçalves Pereira	1879	3/7/2004	João Pinheiro	Poço Tubular	173847	461829	18
Posto Catui Ltda	1874	3/7/2004	Paracatu	Poço Tubular	171357	465056	3

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu

Nº Processo	Requerente	Nº Portaria	Data Publicação	Município	Recurso hídrico	Latitude	Longitude
712/2004	Indústria de Calcário Inaê Ltda.	1921	14/7/2004	Paracatu	Poço Tubular	170836	464804
711/2004	Agropecuária MSP Ltda	1928	14/7/2004	Unai	Poço Tubular	164452	462724
3316/2003	Auto Posto Lagoense Ltda	2117	3/8/2004	Lagoa Grande	Poço Tubular	175028	463122
4243/2003	Renato Petkov	2193	10/8/2004	Buritzeiro	Poço Tubular	173238	451827
4245/2003	Renato Petkov	2195	10/8/2004	Buritzeiro	Poço Tubular	173122	451729
4244/2003	Renato Petkov	2194	10/8/2004	Buritzeiro	Poço Tubular	173129	451639
3807/2003	Agropastoril Moráí Ltda	2167	10/8/2004	Dom Bosco	Poço Tubular	165255	461353
410/2004	Inácio Urbano de Campos	2345	25/8/2004	Unai	Poço Tubular	161438	464229
3071/2003	Ricardo Cester Arroyo	2473	14/9/2004	Patos de Minas	Poço Tubular	183735	461803
1150/2004	José Ribeiro de Carvalho	2616	28/9/2004	Lagoa Grande	Poço Tubular	175055	462611
1151/2004	José Ribeiro de Carvalho	2617	28/9/2004	Lagoa Grande	Poço Tubular	175243	462632
1152/2004	José Ribeiro de Carvalho	2618	28/9/2004	Lagoa Grande	Poço Tubular	175016	462732
2129/2002	Célio Fontana	2614	28/9/2004	Unai	Poço Tubular	162636	471208
108/2003	Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG	2634	30/9/2004	Guarda Mor	Poço Manual	170046	470300
083/2003	Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG	2634	30/9/2004	Paracatu	Poço Tubular	170046	461353
104/2003	Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG	2634	30/9/2004	Unai	Poço Manual	164257	464929
2123/2002	Pedro Cornélio Maria Arts	2650	27/10/2004	Guarda Mor	Poço Tubular	174009	470609
1484/2003	Laticínios Vaziente Indústria e Comércio Ltda	2728	9/10/2004	Vazante	Poço Tubular	175947	465315
2372/2003	BL Empreendimentos Ltda	2744	15/10/2004	Unai	Poço Tubular	162640	465348
2370/2003	Mar Empreendimentos Ltda	2745	15/10/2004	Unai	Poço Tubular	162512	465348
4162/2003	Cooperativa Mista Agro Pecuaría de Patos de Minas Ltda	2880	22/10/2004	Lagoa Grande	Poço Tubular	174953	463113
2135/2003	Anselmo Boa Ventura da Silva	2922	27/10/2004	Patos de Minas	Poço Tubular	183523	461728
1220/2004	Lindomar Antônio Alves	2955	28/10/2004	Paracatu	Poço Tubular	170214	461540
1653/2004	MAT-PRIMA Comércio de Metais Ltda	3224	15/12/2004	Buritzeiro	Poço Tubular	164537	451426
1762/2004	Celso Mânica	3255	17/12/2004	Unai	Poço Tubular	163433	470218
1760/2004	Celso Mânica	3253	17/12/2004	Unai	Poço Tubular	163142	470442
1756/2004	Celso Mânica	3250	17/12/2004	Unai	Poço Tubular	163151	470427
1761/2004	Celso Mânica	3254	17/12/2004	Unai	Poço Tubular	163210	470440
1855/2004	Camília Piva Ribeiro	9	6/1/2005	Presidente Olegário	Poço Tubular	180814	462939
00097/2005	Polícia Militar de Minas Gerais	131	18/1/2005	Paracatu	Poço Tubular	171335	465255
2453/2002	Posto Cruzeiro Ltda	211	27/1/2005	Paracatu	Poço Tubular	171404	465202
1280/2004	Weisul Agrícola Ltda	282	5/2/2005	Presidente Olegário	Poço Tubular	181814	463205
2059/2004	Sindicato Rural de Paracatu	392	5/3/2005	Paracatu	Poço Tubular	171303	465022
3971/2003	Agro Leite Noroeste Indústria e Comércio Ltda - EPP	522	6/4/2005	Guarda Mor	Poço Tubular	174557	470611
2105/2004	Ronildo Gonçalves Alves, Carlos Gonçalves da Silva e Geraldo Eus	533	6/4/2005	João Pinheiro	Poço Manual	172530	460037
1164/2004	Cooperativa Agropecuária do Plano de Assentamento Fruta Danta Lt	523	6/4/2005	João Pinheiro	Poço Tubular	174308	461000
00183/2005	Denilson Oliveira Fernandes	654	29/4/2005	Buritzeiro	Poço Tubular	165308	451108
00629/2005	Fazendas Reunidas Antônio Balbino Ltda	713	14/5/2005	Brasília de Minas	Poço Tubular	170357	460356
00441/2005	Fazendas Reunidas Antônio Balbino Ltda	715	14/5/2005	João Pinheiro	Poço Tubular	170357	460356
00440/2005	Fazendas Reunidas Antônio Balbino Ltda	714	14/5/2005	João Pinheiro	Poço Tubular	170305	461312
00049/2005	Décio Bruxel	722	14/5/2005	Presidente Olegário	Poço Tubular	180726	462918
00529/2005	Adrianus Johannes Cornelis Boekhorst	741	19/5/2005	Paracatu	Poço Tubular	170808	463723
00528/2005	Adrianus Johannes Cornelis Boekhorst	740	19/5/2005	Paracatu	Poço Tubular	170709	463723
00530/2005	Adrianus Johannes Cornelis Boekhorst	742	19/5/2005	Paracatu	Poço Tubular	170745	463818
00522/2005	José Carlos Sanches, João Marcos Sanches e José Sanches Neto	738	19/5/2005	Presidente Olegário	Poço Tubular	181539	463120
00459/2005	Neilson Veloso Cury, Celso Veloso Cury, Sinval Antônio Veloso Cur	831	17/2/2005	Paracatu	Poço Tubular	165902	462305
1779/2004	Márcio Rodrigues de Moraes	865	7/7/2005	Unai	Poço Tubular	161712	465314
2053/2004	White Martins Gases Industriais Ltda	866	9/7/2005	Brasília de Minas	Poço Tubular	170022	464222
2055/2004	White Martins Gases Industriais Ltda	888	9/7/2005	João Pinheiro	Poço Tubular	171714	462547
2056/2004	White Martins Gases Industriais Ltda	889	9/7/2005	João Pinheiro	Poço Tubular	171928	462452
1959/2004	White Martins Gases Industriais S/A	885	9/7/2005	Lagoa Grande	Poço Tubular	173336	463246
1958/2004	White Martins Gases Industriais S/A	884	9/7/2005	Lagoa Grande	Poço Tubular	173142	463314
2054/2004	White Martins Gases Industriais Ltda	887	9/7/2005	Paracatu	Poço Tubular	171807	463333
00212/2005	Monsanto do Brasil Ltda	1005	19/7/2005	Paracatu	Poço Tubular	171302	465217
1069/2004	Casa de Carmes Andrade Porto Ltda - ME	1006	19/7/2005	Paracatu	Poço Tubular	171436	465158

Relação de usos insignificantes de água subterrânea cadastrados na bacia do rio Paracatu

Nº Processo	Requerente	Nº Certidão	Data Publicação	Município	Recurso hídrico	Latitude	Longitude
1389/2001	Fausto de Godoy da Mata Machado	2	26/2/2002	Buritizinho	Poço	170356	450924
1434/2001	João Ranulfo Pereira	25	26/7/2002	João Pinheiro	Poço	173340	462140
045-1/2004	Agropostoril Morá Ltda	258	26/11/2004	Patos de Minas	Poço Manual	165434	461309
075-1/2004	Everaldo Peres Domingues	283	17/12/2004	Unaí	Poço Manual	164852	464148
129-1/2004	Agropostoril Morá Ltda	305	21/12/2004	Patos de Minas	Poço Manual	165434	461309
00885/2005	Posto Classic Ltda	67	18/1/2005	Brasília de Minas	Nascente	161223	442600
01184/2005	Roberto Massayuki Muto	248	10/6/2005	Paracatu	Poço Manual	164613	470726
	Evanildo Peres Domingues	344	15/7/2005	Paracatu	Poço Manual	165448	470636

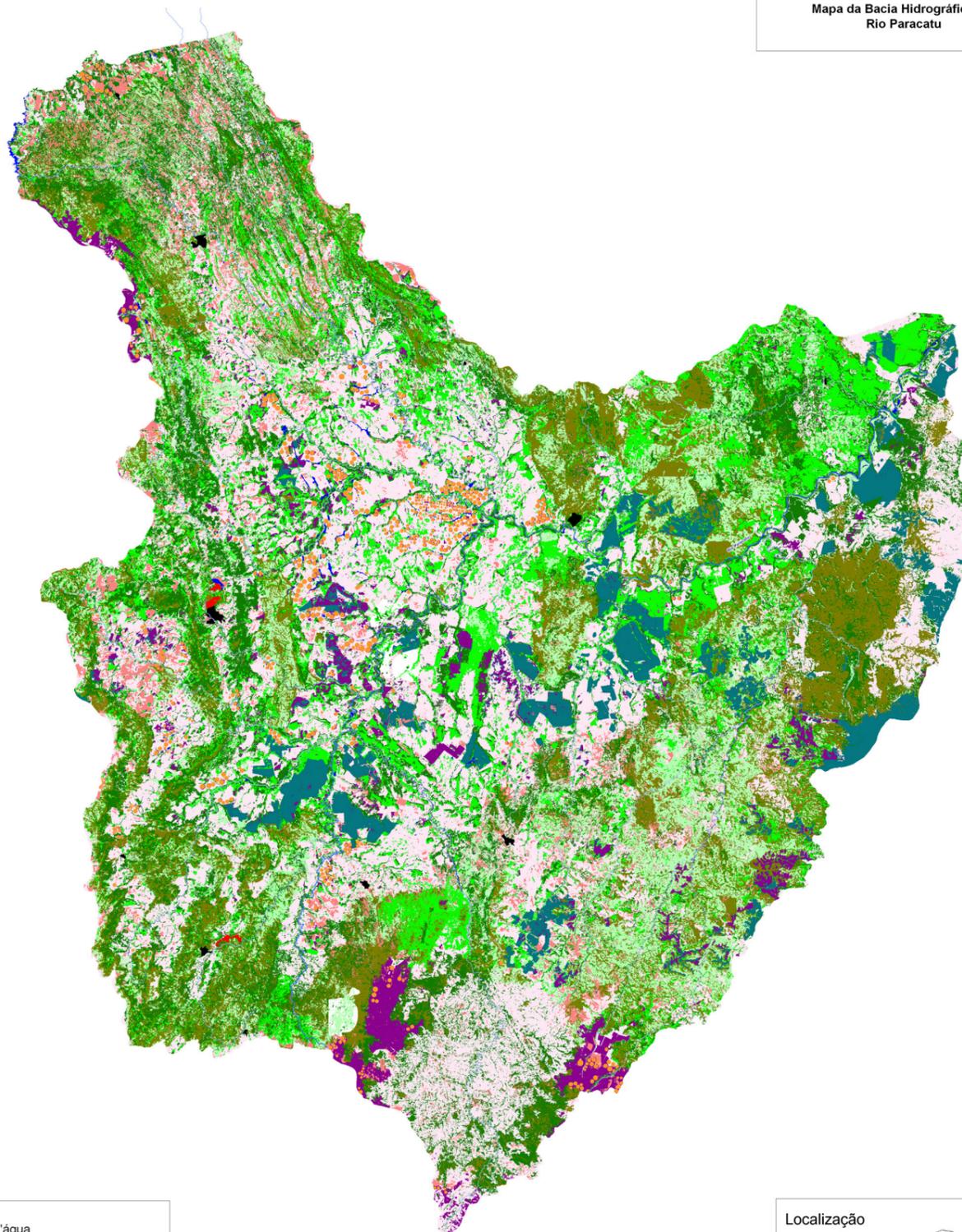
ANEXO 7

Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia do Rio Paracatu

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Secretaria Estadual do Meio Ambiente
e Desenvolvimento Sustentável



INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Mapa da Bacia Hidrográfica do
Rio Paracatu

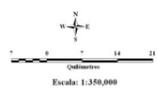


Legenda

- Curso d'água
- Rio Paracatu

Uso e Cobertura do Solo

- Cerrado
- Mata
- Pastagem
- Solo Exposto
- Cultivo
- Água
- Cerrado com Afloramento Rochoso
- Campo
- Reflorestamento
- Mancha Urbana
- Mineração
- Pivô
- Sem Informação



Escala: 1:350,000
Escala Original: 1:50,000 e 1:100,000
Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Divisão de Instrumentação e Controle
DICI - Divisão de Gestão de Informação
Geoprocessamento
Rua Santa Catarina, 1354 - CEP 30170-081
Belo Horizonte - Minas Gerais
Telefone: (31) 2101-3333
Fonte: Base Geográfica
Imagens Cbers novembro/2004
Tratado de Campo 2005

