

# Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

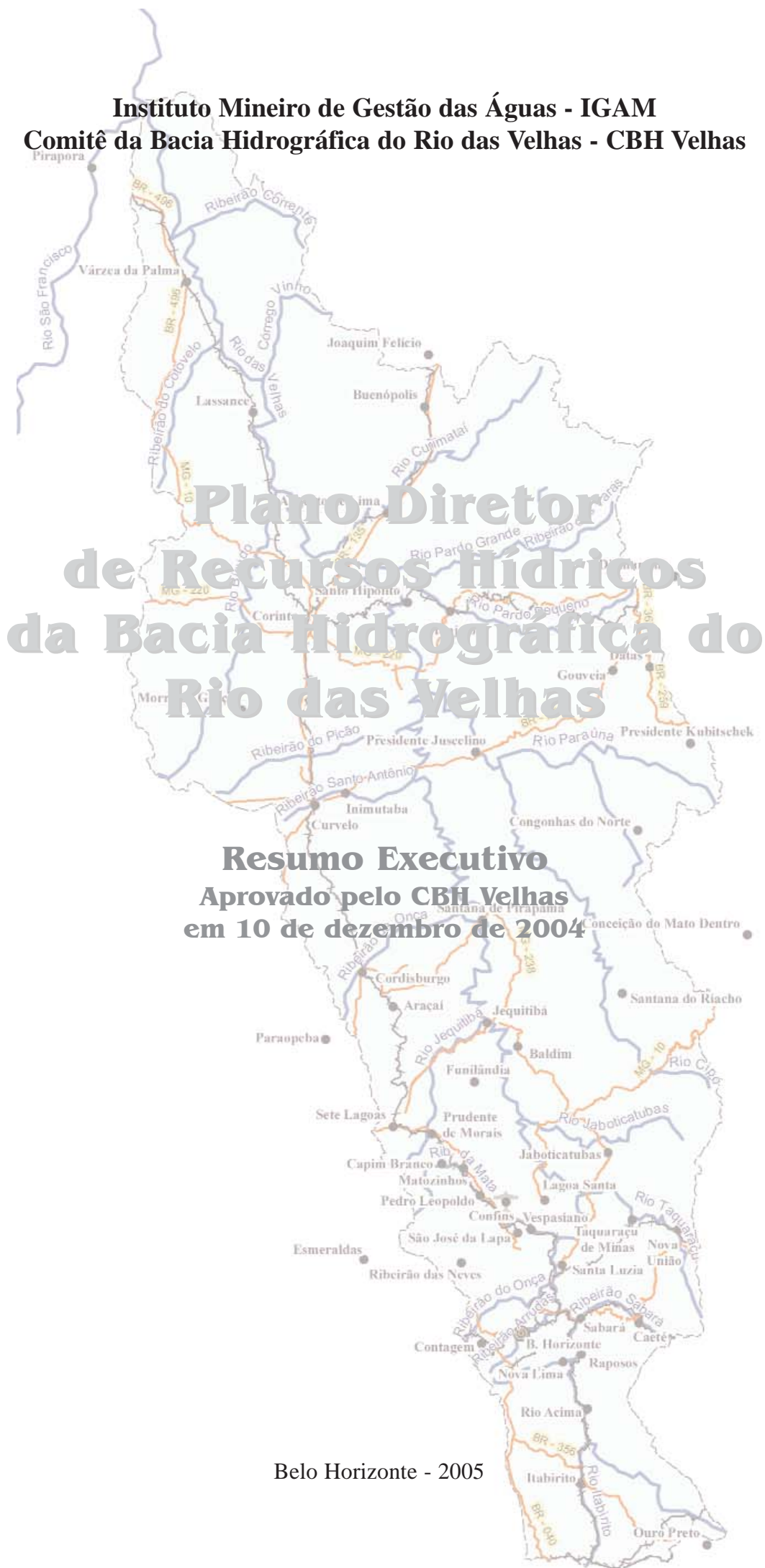
Resumo Executivo - Dezembro/2004



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



**Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM**  
**Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CBH Velhas**



**Governador do Estado de Minas Gerais**

Aécio Neves

**Secretário de Estado 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 - IGAM**

Célia Maria Brandão Fróes - Eng. Química

**Presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CBH Velhas**

Apolo Heringer Lisboa

**Elaboração da Versão Preliminar****Grupo Técnico de Trabalho - GTT**

Luiza de Marillac Moreira Camargos - *Coordenação*

Vânia Lúcia Souza Figueiredo

Antônio Thomaz Gonzaga da Mata Machado

Pablo Moreno Souza Paula

Márcia Cristina Marcelino Romanelli

Edézio Teixeira de Carvalho

João Carlos Guimarães

**Equipe Técnica**

Célia Maria Brandão Fróes - *Eng. Química - IGAM*

Carolina Fumian Serpa - *Consultora Geógrafa - IGAM*

Christian Resende Freitas - *Consultor Geógrafo - IGAM*

Ernani Alves Galdino - *Consultor Geógrafo*

Gisele Kimura - *Consultora Hidrogeóloga*

Greice Bastos Federmann - *Eng. Civil - Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG*

Joaquim Aguirre - *Consultor Eng. Civil Sanitarista, MSc*

Luiza de Marillac Moreira Camargos - *Eng. Civil Sanitarista - IGAM*

Marcelo Garcia Miranda Diniz - *Hidrólogo - IGAM*

Pablo Moreno Souza Paula - *Biólogo - NUVELHAS (Núcleo Transdisciplinar de Revitalização da Bacia do Rio das Velhas - Projeto Manuelzão) - ICB/UFMG*

Paulo Canedo Magalhães - *Eng. Civil - Consultor*

Vânia Lúcia Souza Figueiredo - *Geógrafa, MSc - Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM*

Wilson Fernandes - *Consultor Hidrólogo, MSc*

Zenilde das Graças Guimarães Viola - *Consultora Química, MSc - IGAM*

Rodrigo Laborne Mattioli - *Consultor Jurídico - IGAM.*

**Comissão Técnica**

Alcione Ribeiro de Mattos - *Eng. Química, MSc - FEAM*

Augusto César Soares dos Santos - *Eng. Agrônomo, MSc - Fundação Rural Mineira - RURALMINAS*

José Maurício Ramos - *Eng. Florestal - Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM*

Greice Bastos Federmann - *Eng. Civil - CEMIG*

Marcelo de Deus Melo - *Hidrólogo, MSc - CEMIG*

Antônio Thomaz Gonzaga da Mata Machado - *Médico - Projeto Manuelzão/UFMG*

Valéria Caldas Barbosa - *Geóloga - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS*

Weber Coutinho - *Eng. Sanitarista, Mestrando - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte*

**Colaboração Técnica**

Carolina Fumian Serpa - *IGAM*

Michel Jeber Hamdan - *IGAM*

Estephânia Cristina Foscarini Ferreira - *IGAM*

Nádia Antônia Pinheiro Santos - *IGC/UFMG*

Darling Demillus - *FEAM*

Denise Marília Bruschi - *FEAM*

Dirigentes e Técnicos da Agência Nacional de Águas - ANA, Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, Projeto Manuelzão/Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - EMATER, Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos - COBRAPE, Ministério Público do Estado de Minas Gerais, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais - FIEMG, Secretaria de Meio Ambiente e GGSAN/Superintendência de Desenvolvimento da Capital - SU-DECAP, da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Secretaria de Meio Ambiente do Município de Contagem e Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas - SETOP.

**Coordenação das Consultas Públicas**

Apolo Heringer Lisboa - *Presidente do CBH Velhas*

Valter Vilela Cunha - *Secretário do CBH Velhas*

Antônio Thomaz Gonzaga Mata Machado - *Projeto Manuelzão - UFMG*

**Relatoria das Consultas Públicas**

Leticia Fernandes Malloy Diniz - *Advogada - Projeto Manuelzão - UFMG*

**Revisão**

Leticia Fernandes Malloy Diniz - *Projeto Manuelzão - UFMG*

**Ficha catalográfica e revisão das referências bibliográficas**

Rosimeire Ramos Vieira - *Projeto Manuelzão - UFMG*

**Fotos**

Ronald Carvalho Guerra - *Projeto Manuelzão - UFMG*

Sílvia Magalhães - *Projeto Manuelzão - UFMG*

**Programação Visual**

Procópio de Castro - *Projeto Manuelzão - UFMG*

C172p Camargos, Luíza de Marillac Moreira.

Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004/ Luíza de Marillac Moreira Camargos (coord.). - Belo Horizonte : Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005.

228 p. ; il. color.

1. Velhas, Rio das (MG) 2. Velhas, Rio das (MG) - Plano Diretor

I. Camargos, Luíza de Marillac Moreira II. Instituto Mineiro de Gestão Das Águas III Comitê da Bacia Hidrográfica do rio das Velhas

CDU: 556.5

## PREFÁCIO

Todos os que nos envolvemos na formulação do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas fomos convidados, na verdade, a refletir sobre as contradições e desafios que abrangem a relação entre conservação dos recursos hídricos e pobreza. Embora situados em universos distintos do relacionamento humano - o natural e o cultural -, os dois fenômenos, na realidade, têm respostas que não são excludentes. Podemos responder afirmativamente aos dois problemas, levando em conta fatores históricos, políticos, culturais, econômicos, sociais e ambientais inerentes ao contexto em que estes problemas ocorrem.

A pobreza não é consequência direta da disponibilidade ou escassez de água, mas a realidade das regiões áridas e semi-áridas, assim como daquelas cortadas por rios poluídos e degradados, mostram-nos o quanto é difícil ter uma vida saudável sem água em quantidade e qualidade. Sabemos o quanto a presença de rios limpos - como o das Velhas, em tempos de outrora - é capaz de suavizar as consequências da pobreza, ao produzir uma carência sem fome, flagelo do qual a pesca protege a população que, podendo pescar, não se torna miserável e tampouco perde a dignidade só aniquilada pela miséria.

Entretanto, é preciso mais do que manter a capacidade de nossos rios produzirem alimento farto, saudável e generoso para a nossa gente e água para suas necessidades básicas de higiene e dessedentação. É indispensável, em benefício de todos, transformar os recursos naturais em riqueza econômica e, para isto, é fundamental romper velhos paradigmas e buscar novos conceitos de gestão das águas, capazes de incluir este trabalho na grande agenda da sustentabilidade.

O Plano - que agora estamos lançando - tem este objetivo básico: implementar as ações ambientais na bacia hidrográfica do rio das Velhas, de modo a "ressuscitar" o rio, que está quase a morrer sob a carga de poluição e, ao resgatar as águas, resgatar junto a prosperidade das regiões que elas cortam e a capacidade de participação e envolvimento das populações ribeirinhas, transformando todos e cada um em cidadãos ecologicamente corretos.

Ainda hoje, em nosso País, são poucas as iniciativas que têm como centro de suas preocupações e objetivos a atividade de produção e conservação de água. A ação prevista para o rio das Velhas é uma delas e vai resultar - se todos juntos fizermos a nossa parte - na possibilidade real de "navegar, pescar e nadar naquele rio em 2010", no seu trecho da Região Metropolitana. Mais que um sonho, este é um desafio a concretizar para que Minas Gerais continue na vanguarda das ações de conservação ambiental no Brasil.

José Carlos Carvalho  
Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável



## APRESENTAÇÃO

O Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, por suas dimensões tecnológica, econômica, social, ambiental, democrática e estratégica, revela-se um histórico documento, que dará as coordenadas indispensáveis à revitalização da bacia, que abriga quatro milhões de pessoas em sua área geográfica e um aparato urbano-industrial de reconhecida magnitude no Estado de Minas Gerais. Resultado de um construtivo diálogo com diversos segmentos sociais, o Plano contou com o essencial esforço do IGAM, CBH Velhas, Projeto Manuelzão, IBRAM, da EMATER, CEMIG, RURALMINAS, FEAM, Prefeitura de Belo Horizonte, COPASA e ABAS.

Desenvolvido em consonância com a legislação de recursos hídricos, o Plano é um importante instrumento de gestão compartilhada e descentralizada, que procura assegurar a oferta de água em quantidade e qualidade para diversos usos, no campo e nas cidades. Nesse sentido, ele apresenta um plano de ação para a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia, estabelecendo, inclusive, as ações necessárias para o alcance da Meta 2010 - navegar, pescar e nadar no rio das Velhas em seu curso na Região Metropolitana. Além disso, apresenta diretrizes e critérios para os instrumentos de gestão, quais sejam, outorga, enquadramento, cobrança e sistema de informações.

O Plano implica, ainda, uma visão consensada de objetivos e metas que devem ser alcançadas ao longo do tempo, permitindo correções de rumo, prioridades, pois é um processo dinâmico, a ser atualizado a cada dois anos: 2006, 2008 e 2010.

Outro aspecto importante é que o Plano democratiza o acesso às informações e dissemina, também, alternativas de ação no seio das comunidades, resultando em benefícios e desafios para todos os envolvidos nesse projeto de vida, especialmente para a sociedade local e para a biodiversidade que voltará a existir com excelência.

Esperamos que esta experiência sirva de exemplo e estímulo a outras bacias, permitindo, portanto, que ela seja replicada, alavancando assim a gestão de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais.

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

## MENSAGEM DO PRESIDENTE DO CBH VELHAS

Divorciada da implementação de metas que reflitam os compromissos de transformação da realidade, a rotina de monitoramento, projetos e diagnósticos ambientais só tem servido para alimentar grupos de consultoria, monografias acadêmicas, relatórios oficiais e a nossa ansiedade.

A sociedade civil organizada percebe e sofre com esse impasse, como também os governantes comprometidos com a recuperação ambiental e as empresas privadas, cujos métodos gerenciais são muito objetivos, visando ao lucro.

A Meta 2010, proposta pelo Projeto Manuelzão durante a Expedição Manuelzão desce o Rio das Velhas, realizada no segundo semestre de 2003, foi assumida pelo Governo do Estado de Minas Gerais no início de 2004 e validada pelo CBH VELHAS. Trata-se de uma proposta ousada e viável, técnica e praticamente. Ao propor navegar, pescar e nadar nas águas metropolitanas do rio das Velhas até 2010, a Meta pode consumir um choque de gestão na condução das políticas públicas em Minas Gerais. Entre os ingredientes conceituais e operacionais que a Meta tenta implantar estão a visão integral da bacia hidrográfica na gestão ambiental, que deve prevalecer sobre o conceito, neste caso inadequado, da divisão político-administrativa, a integração transdisciplinar e transinstitucional dos recursos humanos e financeiros dispersos nos diversos órgãos estaduais e municipais e a concentração geográfica e temática nas áreas da bacia que permitam resultados definitivos na reversão do quadro geral de degradação ambiental.

Esta forma de trabalhar, integrando entidades da sociedade civil, governos e empresas, nós a devemos às inovações propiciadas pela Lei Federal n.º 9433/97, que aproximou segmentos com pouca convivência política e social anterior por meio de uma proposta de gestão compartilhada, integrada e democrática.

Essa realidade possibilitou que o Governo do Estado de Minas Gerais celebrasse Termo de Compromisso em solenidade pública no dia 22 de março de 2004, publicado no dia seguinte no Diário Oficial do Estado, unindo, num mesmo projeto, grandes empresas, entidades da sociedade civil e diversos níveis da ação governamental estadual e municipal.

O presente trabalho, coordenado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, entidade vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD, traz a público informações e propostas que deverão ser discutidas pela sociedade. Esperamos que, após ser devidamente avaliado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CBH Velhas em duas reuniões e em duas consultas públicas, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas seja aprovado nos termos do documento ora apresentado.

A partir da força legal e política deste instrumento e da imediata implementação da Meta 2010, a população da bacia do rio das Velhas terá razões sólidas para acreditar que será possível navegar, pescar e nadar em toda a extensão do Velhas, inclusive em sua área hoje em piores condições, na passagem pela Região Metropolitana de Belo Horizonte.

O CBH Velhas espera encerrar o ano de 2004 tendo em suas mãos o Resumo Executivo do seu primeiro Plano Diretor de Recursos Hídricos, fato pioneiro entre todos os Comitês de Bacia do Brasil, ao lado do CBH São Francisco. Portanto, Minas Gerais, o grande manancial do Sudeste brasileiro, está cumprindo com suas obrigações.

Apolo Heringer Lisboa  
Presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

# SUMÁRIO

## PARTE I - DIAGNÓSTICO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	18
<b>1.1 Declaração de Princípios</b>	20
<b>2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA DO RIO DAS VELHAS</b>	24
<b>2.1 Meio físico</b>	29
2.1.1 Clima	29
2.1.2 Geologia	30
2.1.3 Recursos minerais	30
2.1.4 Pedologia	31
2.1.5 Hidrogeologia	31
2.1.6 Geomorfologia	32
2.1.7 Hidrografia	32
2.1.8 Uso e ocupação do solo	34
<b>2.2 Meio biótico</b>	35
2.2.1 Vegetação	35
2.2.2 Fauna	36
2.2.2.1 A ictiofauna atual do rio das Velhas	36
2.2.3 Unidades de conservação	37
<b>2.3 Meio socioeconômico</b>	38
2.3.1 Processo histórico de ocupação	38
2.3.2 Dinâmica sócio-populacional	38
2.3.3 Grau de urbanização	39
2.3.4 Educação	42
2.3.5 Saúde	42
2.3.6 Atividades econômicas	44
2.3.6.1 Setores econômicos	44
2.3.7 Infra-estrutura regional	47
<b>3. PROBLEMAS AMBIENTAIS NA BACIA</b>	48
<b>4. SANEAMENTO AMBIENTAL</b>	50
<b>4.1 Abastecimento de água</b>	50
<b>4.2 Coleta de esgotos sanitários</b>	50
<b>4.3 Tratamento de esgotos sanitários</b>	50
<b>4.4 Resíduos sólidos</b>	54
<b>5. LEVANTAMENTO DE PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES NA BACIA, COM REPERCUSSÕES SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS</b>	56

<b>6. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL</b>	58
<b>6.1 Metodologia de regionalização de vazões mínimas</b>	58
6.1.1 Resultados obtidos	59
<b>6.2 Metodologia de regionalização de vazões de permanência</b>	63
6.2.1 Resultados obtidos	64
<b>7. DEMANDA HÍDRICA</b>	68
<b>7.1 Cenários de desenvolvimento e demanda hídrica</b>	68
<b>7.2 Cenários utilizados</b>	68
<b>7.3 Análise da demanda por região homogênea</b>	69
7.3.1 Evolução da demanda	69
7.3.2 Comparativo entre a demanda e a disponibilidade hídrica calculada pela Q9	72
<b>7.4 Conclusão</b>	73
<b>8. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS</b>	74
<b>8.1 Unidades aquíferas</b>	74
<b>8.2 Disponibilidades hídricas subterrâneas</b>	76
<b>9. DISPONIBILIDADE HÍDRICA QUANTITATIVA</b>	81
<b>9.1 Avaliação ambiental - Área da Meta 2010</b>	97
<b>9.2 Ações de controle ambiental - Resposta</b>	99
9.2.1 Contaminação por esgotos domésticos	99
<b>10. IDENTIFICAÇÃO DOS ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS COM ENFOQUE NOS USUÁRIOS DA ÁGUA</b>	104
<b>11. USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS</b>	106
<b>11.1 Abastecimento de água e diluição de efluentes</b>	106
<b>11.2 Irrigação</b>	106
<b>11.3 Industrial</b>	107
<b>11.4 Mineral</b>	107
<b>11.5 Turismo e lazer</b>	108
<b>11.6 Proteção e preservação da comunidade aquática</b>	108
<b>11.7 Navegação</b>	108
<b>11.8 Geração de energia</b>	109
<b>11.9 Aproveitamento dos usos múltiplos</b>	111
<b>12. IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS POTENCIAIS</b>	112
<b>12.1 Quadrilátero Ferrífero</b>	112
<b>12.2 Área de Preservação Ambiental - APA Carste Lagoa Santa</b>	112
<b>12.3 Recomendações ao Diagnóstico</b>	113
<b>13. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOBRE OUTORGA DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS</b>	114



<b>13.1 Levantamento das informações sobre outorga para águas superficiais</b>	114
13.1.1 Análise dos dados	114
<b>13.2 Evolução das outorgas</b>	115
<b>13.3 Levantamento das informações sobre outorga para água subterrânea</b>	115
13.3.1 Evolução das outorgas	118
<b>PARTE II - INSTRUMENTOS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS</b>	
<b>14. PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIO PARA OUTORGA NA BACIA</b>	122
<b>14.1 Avaliação do critério de outorga</b>	122
<b>14.2 Vazão ecológica</b>	123
14.2.1 O Método de Tennant	123
<b>14.3 Comportamento da bacia</b>	124
<b>14.4 Vazão disponível para outorga (indicativo de critério)</b>	125
<b>14.5 Transposição de água</b>	126
<b>14.6 Usos de pouca expressão</b>	127
<b>14.7 Prioridade de outorga de direito de uso da água</b>	127
<b>14.8 Alocação de água</b>	128
<b>15. ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO DAS VELHAS</b>	129
<b>15.1 Histórico</b>	129
<b>15.2 Metodologia aplicada pela FEAM</b>	129
15.2.1 Aspectos legais	130
15.2.2 Etapas do processo de enquadramento	130
15.2.3 Objetivos de qualidade/Deliberação Normativa	133
15.2.4 Processo participativo/Audiências Públicas	134
15.2.5 Reenquadramento das águas/Bacia do rio das Velhas	135
15.2.6 Plano de efetivação do enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas	135
15.2.6.1 Deliberação Normativa n.º 20, de 24 de junho de 1997	135
15.2.6.2 Carta do CBH Velhas	147
15.2.6.3 Termo de Compromisso	147
<b>16. COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS</b>	150
<b>16.1 O valor da água</b>	150
<b>16.2 Valoração da água vinculada à escassez</b>	150
<b>16.3 Metodologias de cobrança</b>	151
16.3.1 Formulação F1	151
16.3.2 Formulação F2	152
16.3.3 Formulação F3 - Método do índice de escassez	154

16.3.4	Formulação F4 Método das faixas	154
<b>16.4</b>	<b>Interligação entre instrumentos de gestão das águas</b>	155
<b>16.5</b>	<b>Proposta para o enquadramento intermediário</b>	156
<b>16.6</b>	<b>Principais ações pré-cobrança e a agência de bacia</b>	157
<b>16.7</b>	<b>Estimativas de arrecadação</b>	158
<b>17.</b>	<b>CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA UNIDADE EXECUTIVA DESCENTRALIZADA A SER EQUIPARADA À AGÊNCIA DE BACIA: FIGURA JURÍDICA E VIABILIDADE FINANCEIRA</b>	162
<b>17.1</b>	<b>Organizações civis de recursos hídricos</b>	163
<b>17.2</b>	<b>Organizações Sociais</b>	164
<b>17.3</b>	<b>Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público - OSCIP</b>	164
<b>17.4</b>	<b>Consórcios intermunicipais</b>	165
<b>17.5</b>	<b>Associações sem fins lucrativos</b>	166
<b>17.6</b>	<b>Roteiro</b>	167
<b>18.</b>	<b>SIMULAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA</b>	168
<b>18.1</b>	<b>Informações disponíveis</b>	169
18.1.1	Relatórios avaliados (COBRAPE/PROSAM)	169
18.1.2	Bancos de dados/Modelos avaliados (COBRAPE/PROSAM)	169
<b>18.2</b>	<b>Simulações da qualidade das águas</b>	171
<b>19.</b>	<b>PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS</b>	186
<b>20.</b>	<b>PROPOSTA PARA CADASTRAMENTO DE USUÁRIOS</b>	196
<b>20.1</b>	<b>Estrutura de cadastramento</b>	197
<b>21.</b>	<b>PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA A FISCALIZAÇÃO INTEGRADA E MONITORAMENTO DOS USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS</b>	198
<b>PARTE III - PLANO DE AÇÃO</b>		
<b>22.</b>	<b>PLANO DE AÇÃO PARA A REVITALIZAÇÃO, RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO HIDROAMBIENTAL</b>	202
<b>22.1</b>	<b>Metodologia para seleção das atividades a serem implementadas</b>	202
<b>22.2</b>	<b>Estruturação do Plano de Ação e justificativas das atividades identificadas</b>	202
22.2.1	Estruturação do Plano de Ação	207
22.2.2	Justificativas das atividades identificadas	204
22.1	Custos Estimados do Componente 6	207
<b>23.</b>	<b>PROPOSTAS DE INSTRUMENTOS JURÍDICOS</b>	209
<b>23.1</b>	<b>Minuta de Termo de Cooperação Técnica referente à viabilização da navegação no trecho "Sabará - Jaguará Velha"</b>	209
<b>23.2</b>	<b>Minuta de Termo de Cooperação Técnica referente à efetivação do Programa "Caça Esgotos"</b>	212
<b>24.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS</b>	216
<b>25.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	220

## LISTA DE FIGURAS

1. Localização da bacia do rio das Velhas	24
2. Divisão da bacia do rio das Velhas em trechos	25
3. Mapa Geomorfológico da bacia do rio das Velhas	33
4. Concessionárias de água na bacia do rio das Velhas	51
5. Concessionárias de esgoto na bacia do rio das Velhas	52
6. Localização geográfica de regiões homogêneas para vazões mínimas	60
7. Localização geográfica de regiões homogêneas para vazões de permanência	65
8. Curvas de permanência para a bacia do rio das Velhas	67
9. Evolução da demanda por região	71
10. Evolução do uso da água considerando vazões de permanência de 95%	72
11. Principais sistemas aquíferos existentes na bacia do rio das Velhas	75
12. Rede fluviométrica do rio das Velhas	77
13. Perfil de qualidade da água do rio das Velhas e seus afluentes em relação ao IQA de 1997 a 2003	83
14. Evolução espacial e temporal do IQA no rio das Velhas no ano de 2003	84
15. Médias dos valores de IQA das estações de coleta	88
16. Evolução temporal da contaminação por tóxicos na bacia do rio das Velhas de 1998 a 2003	92
17. Frequência de ocorrência de parâmetros responsáveis pela CT alta e média na bacia em 2003	93
18. Evolução espacial e temporal de amônia não ionizável na bacia do rio das Velhas em 2003	93
19. Evolução espacial e temporal de arsênio na bacia do rio das Velhas em 2003	94
20. Perfil de qualidade da água do rio das Velhas e seus afluentes em relação ao fósforo total - 1997/2003	96
21. Perfil de qualidade da água do rio das Velhas e seus afluentes em relação ao fósforo total - 1997/2003	97
22. Perfil de qualidade da água do rio das Velhas e seus afluentes em relação ao DBO - 1997/2003	97
23. Evolução espacial e temporal de turbidez na bacia do rio das Velhas no ano de 2003	98
24. Evolução temporal de nitrato e fósforo total no ribeirão Arrudas - Próximo à foz (BV 155)	102
25. Evolução temporal de OD e DBO no ribeirão Arrudas - Próximo à foz (BV 155)	102
26. Trecho navegável no rio das Velhas	110
27. Potencial hidrelétrico da bacia do rio das Velhas	111
28. Número de outorgas por uso	114

29. Vazão outorgada por uso	115
30. Evolução temporal do número de outorgas na bacia	116
31. Evolução temporal da vazão outorgada na bacia	116
32. Número de outorgas para água subterrânea por uso	117
33. Vazão outorgada de água subterrânea por uso	117
34. Evolução temporal do número de outorgas concedidas para água subterrânea	117
35. Evolução temporal da vazão outorgada para água subterrânea	119
36. Distribuição das outorgas na bacia do rio das Velhas	122
37. Vazão média residual por regiões homogêneas	125
38. Enquadramento da bacia do rio das Velhas	132
39. Interdependência dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos	155
40. Curva das metas intermediárias de enquadramento ao longo dos anos	157
41. Resultados das simulações rio das Velhas (1)	173
42. Resultados das simulações rio das Velhas (2)	177
43. Resultados das simulações rio das Velhas (3)	180
44. Resultados das simulações rio das Velhas (4)	181
45. Resultados das simulações rio das Velhas (5)	182

## LISTA DE TABELAS

1. População e área total do alto rio das Velhas	26
2. População e área total do médio rio das Velhas	26
3. População e área total do baixo rio das Velhas	27
4. Correlação entre as sub-bacias e municípios da bacia do rio das Velhas	28
5. Características gerais da bacia do rio das Velhas	29
6. Distribuição das classes de uso do solo na bacia do rio das Velhas	34
7. Distribuição percentual dos biótopos na bacia do rio das Velhas	36
8. População residente na bacia do rio das Velhas	39
9. Taxas de crescimento dos municípios da bacia do rio das Velhas (%)	40
10. Taxas de urbanização dos municípios da bacia do rio das Velhas	41
11. Taxas de população alfabetizada e atendida	43
12. Participação na arrecadação do ICMS por atividade econômica por sub-bacia (em porcentagem - 1994)	46
13. Situação da concessão de água e esgoto na bacia do rio das Velhas	53
14. Situação da disposição final de resíduos sólidos	55
15. Parâmetros regionais da distribuição de Weibull para o rio das Velhas para quantis de 7 dias de duração	61
16. Quantis adimensionais de vazão mínima de 7 dias de duração para as regiões homogêneas do rio das Velhas	61
17. Vazões de referência para a bacia do rio das Velhas	63
18. Vazões características para as regiões homogêneas da bacia do rio das Velhas	66
19. Coeficientes a e b da regressão exponencial	66
20. Vazões de permanência (m <sup>3</sup> /s) para cada região da bacia do rio das Velhas	67
21. Taxas anuais de crescimento econômico (%)	69
22. Evolução da demanda para a região CP6 (valores em m <sup>3</sup> /s)	69
23. Evolução da demanda para a região CP7 (valores em m <sup>3</sup> /s)	70
24. Evolução da demanda para a região CP8 (valores em m <sup>3</sup> /s)	71
25. Porcentagem da Q <sub>95</sub> consumida em cada região pelo cenário ideal (mais crítico)	72
26. Consumo de água na bacia considerando-se os retornos	73
27. Sistemas aquíferos da bacia do rio das Velhas	75
28. Distribuição dos volumes anuais renováveis e descargas subterrâneas específicas por sub-bacia	78
29. Distribuição dos volumes anuais renováveis e descargas subterrâneas específicas nas regiões homogêneas	80
30. Sistemas aquíferos da bacia do rio das Velhas	81
31. Localização das estações de amostragem na bacia do alto rio das Velhas (AV - nomenclatura adotada pelo PNMA II, MZ e REF - nomenclatura adotada	85



pelo Projeto Manuelzão/UFMG)	85
32. Espécies encontradas ao longo do ano de 2003 pelos programas de monitoramento	89
33. Espécies encontradas ao longo do ano de 2003 pelos programas de monitoramento	90
34. Organismos encontrados ao longo do ano de 2003 pelos programas de monitoramento	91
35. Frequência de ocorrência de parâmetros tóxicos no indicador de Contaminação por Tóxicos na bacia do rio das Velhas no ano de 1997	92
36. Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente, segundo o percentual de violações de classe de enquadramento em toda a bacia do rio das Velhas no período de 1997 a 2003	95
37. Pressão - Estado - Resposta	98
38. Avaliação dos lançamentos domésticos dos municípios que apresentam população superior a 50.000 habitantes na área de abrangência da Meta 2010	101
39. Outorgas na bacia do rio das Velhas - Critério: uso requerido (2004)	114
40. Evolução temporal das outorgas	115
41. Outorgas para uso de água subterrânea da bacia do rio das Velhas	117
42. Evolução temporal das outorgas para água subterrânea	118
43. Recomendação de vazões pelo Método de Tennant para peixes, vida aquática e recreação (Fonte: Lanna e Benetti, 19--)	124
44. Número de falhas/porcentagem de falhas	125
45. Indicativo de vazão outorgável	126
46. Análise da bacia sob o ponto de vista do consumo	126
47. Análise da bacia sob o ponto de vista do consumo considerando transposições de vazão	126
48. Fontes poluidoras principais e os indicadores de poluição na bacia do rio das Velhas	127
49. Simulação - DBO, nitrogênio amoniacal e fosfato total	156
50. Cenário pessimista - pouco tratamento de DBO	160
51. Cenário otimista - muito tratamento de DBO	161
52 - Eficiências na remoção nos processos de tratamento dos esgotos sanitários	171
53 - Teores máximos de DBO, nitrogênio amoniacal e fosfato total na confluência com o ribeirão da Onça	172
54. CTHIDRO - Inter-relação entre os trabalhos e produtos solicitados à rede de instituições de pesquisa (colunas A e B) e ao consórcio, para desenvolver o sistema de grande porte (coluna C). Deverá haver articulação entre a rede e o consórcio no tocante aos aspectos de modelagem (coluna A)	192
55. Levantamento dos principais atos normativos estaduais referentes a recursos hídricos com ênfase em fiscalização	200
56. Cronograma físico-financeiro	208

# **PARTE I**

# **DIAGNÓSTICO**



## 1. INTRODUÇÃO

A história da humanidade está intimamente relacionada aos grandes rios que se espalham pela superfície da Terra. Através dos cursos fluviais, tornou-se possível a sobrevivência das populações ribeirinhas, bem como o surgimento do comércio e das comunicações. O processo civilizatório registra a importância decisiva de rios, tais como o Nilo, o Tigre, o Eufrates, o Ganges, o Danúbio, o Reno e tantos outros que permitiram o surgimento de povos e cidades e, conseqüentemente, da pluralidade cultural. No Brasil, os grandes sistemas fluviais foram também importantes veículos de colonização, povoamento e desenvolvimento.

Em sua interminável busca por uma vida em sociedade, o homem procurou criar e inventar algo que facilitasse a sua organização e convivência em comunidade. Em sua ânsia pela prosperidade, não mediu esforços para alcançar seus objetivos. No entanto, isto causou uma interferência totalmente desorganizada e irresponsável na natureza, provocando danos ecológicos muitas vezes irreversíveis, destruindo ambientes vivos, afetando não somente o ar, a água, as plantas, os animais, mas a própria espécie humana.

O planeta Terra é formado por elos de uma única corrente. Cada ser vivo está unido ao outro pelo princípio da vida, fazendo com que a preservação da natureza se torne o patrimônio da humanidade. Sendo assim, a destruição das matas significa o aumento da temperatura do planeta, a poluição dos rios, a morte de uma série de seres vivos, a contaminação do ar e o fim da camada de ozônio. Conseqüentemente, a ameaça de um colapso ambiental está gerando uma nova mentalidade, um novo pensar sobre o processo produtivo, o progresso e o desenvolvimento com sustentabilidade ambiental e social.

É nesse contexto que surge o novo papel das águas e o seu significado no mundo. A água não mais dentro de uma visão reducionista, percebida somente na sua composição química e física. O rio não mais como um mero recurso utilitário, mas principalmente como um recurso hídrico valioso, vivo, que pulsa na sua biodiversidade, demarcador de territórios, indicador de qualidade de vida, criador de cultura, valores, hábitos e costumes, promotor de saúde e de cidadania.

Gradativamente, vem emergindo o conceito de bacia hidrográfica, considerando todos os aspectos importantes envolvidos, tais como o rio principal, afluentes, nascentes, territórios, flora, fauna, solo e população humana. É necessária a atenção ao rio e, principalmente, a integração de todos os processos sociais, políticos e econômicos inseridos nas relações ambientais existentes na bacia. Dessa forma, torna-se prioritária a convocação da sociedade da bacia para contribuir na compreensão e na constituição dessa nova realidade ambiental e social.

O presente Resumo Executivo do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas tem como eixo metodológico o levantamento de uma série de questões, dados e informações sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, evidenciando principalmente as relações que se estabelecem entre eles, apresentando uma análise integrada da situação atual daquela bacia quanto ao uso dos recursos hídricos e, ainda, identificando as restrições e potencialidades relativas ao desenvolvimento regional. Fornece, também, subsídios para a implantação de programas, projetos, viabilidade da agência de bacia e diretrizes relacionadas aos instrumentos de gestão, como a outorga pelo uso dos recursos hídricos, o enquadramento dos corpos d'água em classes, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o sistema de informações, a fisca-

lização integrada e o monitoramento.

O objetivo final é priorizar a revitalização hidroambiental da bacia em suas características bem próximas às originais e a reaproximação do homem que a habita, melhorando significativamente a qualidade de vida de todos.

Os objetivos gerais do Plano são os seguintes:

1. Implementar o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
2. Apresentar propostas de diretrizes para os instrumentos de gestão;
3. Estabelecer o Plano de Ação para a bacia e para o alcance da Meta 2010.

O desenvolvimento do Plano foi orientado observando-se a Lei Estadual n.º 13.199/99, o Decreto Estadual n.º 41.576/2001 e as decisões do CBH Velhas. Para a elaboração dos temas do Plano foi instituído o Grupo Técnico de Trabalho - GTT, composto por representantes de órgãos e entidades públicas, sob a coordenação do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. No acompanhamento e avaliação dos trabalhos do Plano, foi instituída uma Comissão Técnica composta por membros do CBH Velhas.

Em uma primeira etapa, elaborou-se Estudos Técnicos de Apoio ao Plano, o que resultou neste Resumo Executivo, que está dividido nos seguintes produtos:

I - Diagnóstico estratégico da bacia e cenários de desenvolvimento; II - Diretrizes e critérios para os instrumentos de gestão; III - Plano de ação para a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental.

No GTT, discutiu-se a concepção do Plano e as bases para os Termos de Referência. A Comissão Técnica do CBH Velhas discutiu, apresentou sugestões, complementações e, posteriormente, aprovou os Termos de Referência do PDRH Velhas. Cabe ressaltar que, na elaboração do Plano, foram resgatados os estudos existentes na bacia, especialmente o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas, elaborado em 1997, no âmbito do Programa de Saneamento das Bacias do Arrudas e do Onça - PROSAM, e o Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes do Rio São Francisco, em Minas Gerais. Estes dois estudos foram elaborados anteriormente à instalação do CBH Velhas, que não se apropriou das informações deles constantes.

A intenção é a de possuir um primeiro Plano para a bacia, no formato de um documento gerencial, com horizonte de seis anos, a ser atualizado a cada dois anos: em 2006, 2008 e 2010. Portanto, este é mais que um documento; é um processo dinâmico e contínuo de avaliação e atualização de dados.

A Lei Estadual n.º 13.199/99 estabelece que a gestão dos recursos hídricos deve ser realizada de forma descentralizada e participativa. Por isto, o CBH Velhas reconhece que o processo de planejamento do Plano deve incorporar os anseios da sociedade da bacia. Neste sentido, ressalta-se que o Comitê é o organismo articulador e o "locus" para a implementação do Plano, e que este deve ser levado a uma discussão mais ampla na bacia, a fim de que sejam colhidas sugestões dos setores da sociedade. Tal discussão pode ser promovida, por exemplo, no âmbito dos Subcomitês de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas, cujas diretrizes para criação e funcionamento foram estabelecidas na Deliberação Normativa CBH Velhas n.º 02, de 31 de agosto de 2004.

Além das duas consultas públicas já estabelecidas pelo Comitê (em Curvelo e Belo Horizonte), recomenda-se que a discussão sobre o Plano seja realizada ao longo do ano de 2005, consolidando parcerias com vistas à implementação do Plano. Por meio desse processo, espera-se que a próxima atualização do Plano, em 2006, seja aperfeiçoada,



especialmente, com a incorporação da efetiva participação da sociedade, que deve apropriar-se de todo o conhecimento sobre a bacia para contribuir com sugestões ao Plano, pois conhece melhor os problemas e as necessidades do ambiente em que vivem.

O Plano também apresenta um elenco de atividades a serem implementadas visando à revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia, por meio de um cronograma físico financeiro. Cabe ressaltar que a sociedade está vivendo um momento econômico restritivo diante do ajuste fiscal dos governos estadual e federal, e a implementação do Plano dependerá da ação proativa dos atores estratégicos da bacia.

Enfim, o Plano possui uma característica adicional relevante, que é a de compreender metas progressivas de melhoria dos serviços de saneamento ambiental, especialmente, a melhoria dos níveis de atendimento por rede coletora de esgotos e a consolidação das estações de tratamento de esgotos. Portanto, é importante salientar que a maioria dos municípios mais populosos da bacia está contida no trecho entre os rios Itabirito e Jequitibá, que são os municípios com os maiores lançamentos domésticos. Há que se priorizar o referido trecho, com o objetivo de potencializar os resultados para a melhoria da qualidade das águas do rio das Velhas.

### **1.1 Declaração de Princípios**

Transcreve-se abaixo a Declaração de Princípios do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, aprovada em 31 de agosto de 2004, por tratar-se de ato normativo que explicita o compromisso de atores sociais e governamentais para com a revitalização da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

#### **Declaração de Princípios do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Das Velhas**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas adota, no exercício de sua missão, os princípios apresentados a seguir:

Considerando que uma das diretrizes gerais de ação da Política Nacional de Recursos Hídricos consiste na "adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País" (artigo 3º, II da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando ainda, como uma das diretrizes gerais de ação da Política Nacional de Recursos Hídricos "a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental" (artigo 3º, III da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando que um dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente consiste na "compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico" (artigo 4º, I da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981);

Considerando que compete ao Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) "incentivar a instituição e o fortalecimento institucional dos Conselhos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente, de gestão de recursos ambientais e dos Comitês de Bacia Hidrográfica" (artigo 7º, XII do Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990):

Considerando que "a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos" (artigo 1º, V da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando que "a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades" (artigo 1º, VI da Lei



nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando que "a participação pública no processo decisório ambiental deve ser promovida e o acesso à informação facilitado" (Princípio 10 da Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento);

Considerando que "os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de

Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos" (artigo 6º, da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando que compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos "promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores de usuários" (artigo 35,I da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando que a educação ambiental reside na "concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade" (artigo 4º, II da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999);

Considerando que os objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos são a "assegurar o controle, pelos usuários atuais e futuros, do uso da água e de sua utilização em quantidade, qualidade e regime satisfatórios" (artigo 2º da Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999);

Considerando que um dos fundamentos da Política Estadual de Recursos Hídricos consiste na "adoção da bacia hidrográfica, vista como sistema integrado que engloba os meios físico, biótico e antrópico, como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento" (artigo 3º, IV da Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999);

Considerando que compete ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) "estabelecer os princípios e as diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos e pelos Planos Diretores de Bacias Hidrográficas" (artigo 41, I da Lei nº 13.199 de 29 de janeiro de 1999);

Considerando-se a importância de que o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, no exame de processos relativos a pedidos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, busque compatibilizar interesse pontuais, afetos ao uso da água, ao interesse público de preservação e conservação da biodiversidade dos ecossistemas e de sustentabilidade da bacia hidrográfica do rio das Velhas;

## **PRINCÍPIO I**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas promoverá constante e estreita relação orgânica e dialógica com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, a fim de compatibilizar os planejamentos de gestão das águas e executá-los de forma integrada com a gestão ambiental da totalidade do território da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

## **PRINCÍPIO II**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas zelarà pela efetividade do Princípio da Participação Pública, que encontra fundamento no artigo 225, caput, da Constituição da República Federativa do Brasil, propiciando amplos fóruns a permitir a participação das comunidades pertencentes à bacia nos processos decisórios daquele

órgão, quando assim solicitado por 2/3 (dois terços) de seus membros.

### **PRINCÍPIO III**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas priorizará, no exercício de suas atividades de gestão e gerenciamento, a elaboração, efetivação e as atualizações de seu Plano de Bacia, que consiste no principal elemento a orientar e fundamentar a implementação dos demais instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, de forma integrada com as diretrizes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Meio Ambiente.

### **PRINCÍPIO IV**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas aprovará, com fundamento no Plano de Bacia, um programa estratégico e operacional de revitalização da bacia, com a elucidação de conceitos afetos à gestão das águas e a definição de prioridades tecnicamente justificadas que promovam sua preservação, conservação e recuperação, privilegiando a biodiversidade, a sustentabilidade ambiental, econômica e social, a qualidade e quantidade das águas, e considerando que a satisfação das necessidades humanas encontra-se a depender da consolidação de efetivos instrumentos de educação ambiental, que propiciem às comunidades autonomia crítica e discursiva e demonstrem a estas a franca relação de interdependência entre os meios natural, socioeconômico e cultural.

### **PRINCÍPIO V**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas pugnará, mediante articulação com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), o Instituto Estadual de Florestas (IEF), o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) pela aplicação do conhecimento técnico-científico, respeitando as características do ciclo hidrológico da Bacia.

### **PRINCÍPIO VI**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas comprometer-se-á com a constante adoção de firmes atitudes éticas em defesa do interesse público, do desenvolvimento sustentável, da revitalização, preservação e conservação dos ecossistemas e da biodiversidade da bacia.

### **PRINCÍPIO VII**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas buscará contribuir para a necessária integração entre gestão ambiental e gestão das águas, considerando que a qualidade e quantidade destas se encontra em relação de interdependência com a sustentabilidade dos ecossistemas da bacia, com sua biodiversidade e o bem-estar social e que a água consiste em um bem natural, social e essencial à vida, que por sua escassez e fatores inerentes à sua gestão, adquire valor econômico.

### **PRINCÍPIO VIII**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas promoverá constante articulação com o Poder Público Estadual e Municipal, os sub-comitês e os usuários, a fim de promover não apenas a gestão das águas da bacia, mas do conjunto dos ecossistemas de seu território de abrangência e a melhoria dos indicadores sociais.

## **PRINCÍPIO IX**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, buscará, junto ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e ao Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) quando pertinente, propor atos normativos, com vistas ao aperfeiçoamento do sistema democrático de gestão sustentável das águas do território da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

## 2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA DO RIO DAS VELHAS

O nome rio das Velhas foi provavelmente atribuído pelo Governador Antônio de Albuquerque Coelho de Carvalho no ano de 1.711. O rio apresentava a primitiva denominação indígena de UAIMII, alterada para GUAICHUI, que significa "Rio das Velhas Tribos Descendentes".

A bacia do rio das Velhas está localizada na região central do Estado de Minas Gerais, entre as latitudes 17° 15'S e 20° 25'S e longitudes 43° 25'W e 44o e 50W. Apresenta uma forma alongada na direção norte-sul, de acordo com a Figura 1, e corresponde à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos SF5 (São Francisco 5).

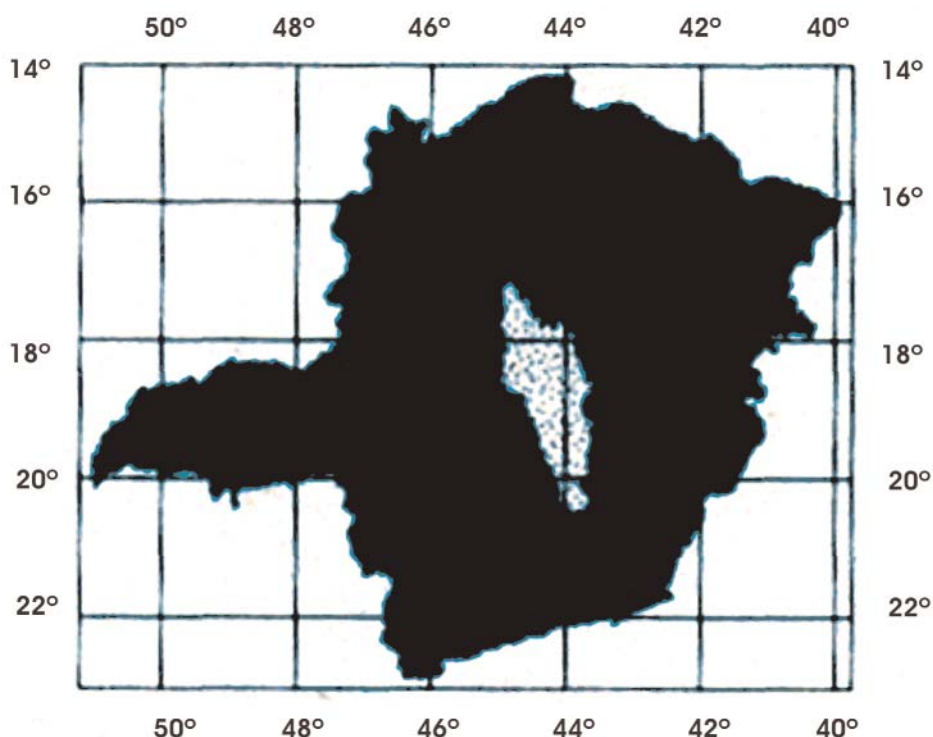


Figura 1 - Localização da bacia do rio das Velhas

O rio das Velhas tem sua nascente principal na cachoeira das Andorinhas, Município de Ouro Preto, numa altitude de aproximadamente 1.500 m. Toda a bacia compreende uma área de 29.173 Km<sup>2</sup>, onde estão localizados 51 municípios que abrigam uma população de aproximadamente 4,8 milhões de habitantes (destes, aproximadamente 89% residem em distritos e municípios integralmente inseridos na bacia), segundo os últimos dados estatísticos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2000). O rio das Velhas deságua no rio São Francisco em barra do Guaicuí, Distrito de Várzea da Palma, numa altitude de 478 m.

A bacia hidrográfica é dividida em trechos, segundo os cursos alto, médio e baixo, de acordo com a Figura 2. (Guimarães, 1953 *apud* ENGEVIX, 1994)

**Alto rio das Velhas:** compreende toda a região denominada Quadrilátero Ferrífero, tendo o Município de Ouro Preto como o limite sul dessa região e os Municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará como limite ao norte. Uma porção do Município de Caeté faz parte do alto rio das Velhas, tendo a Serra da Piedade como limite leste.

TAB. 1

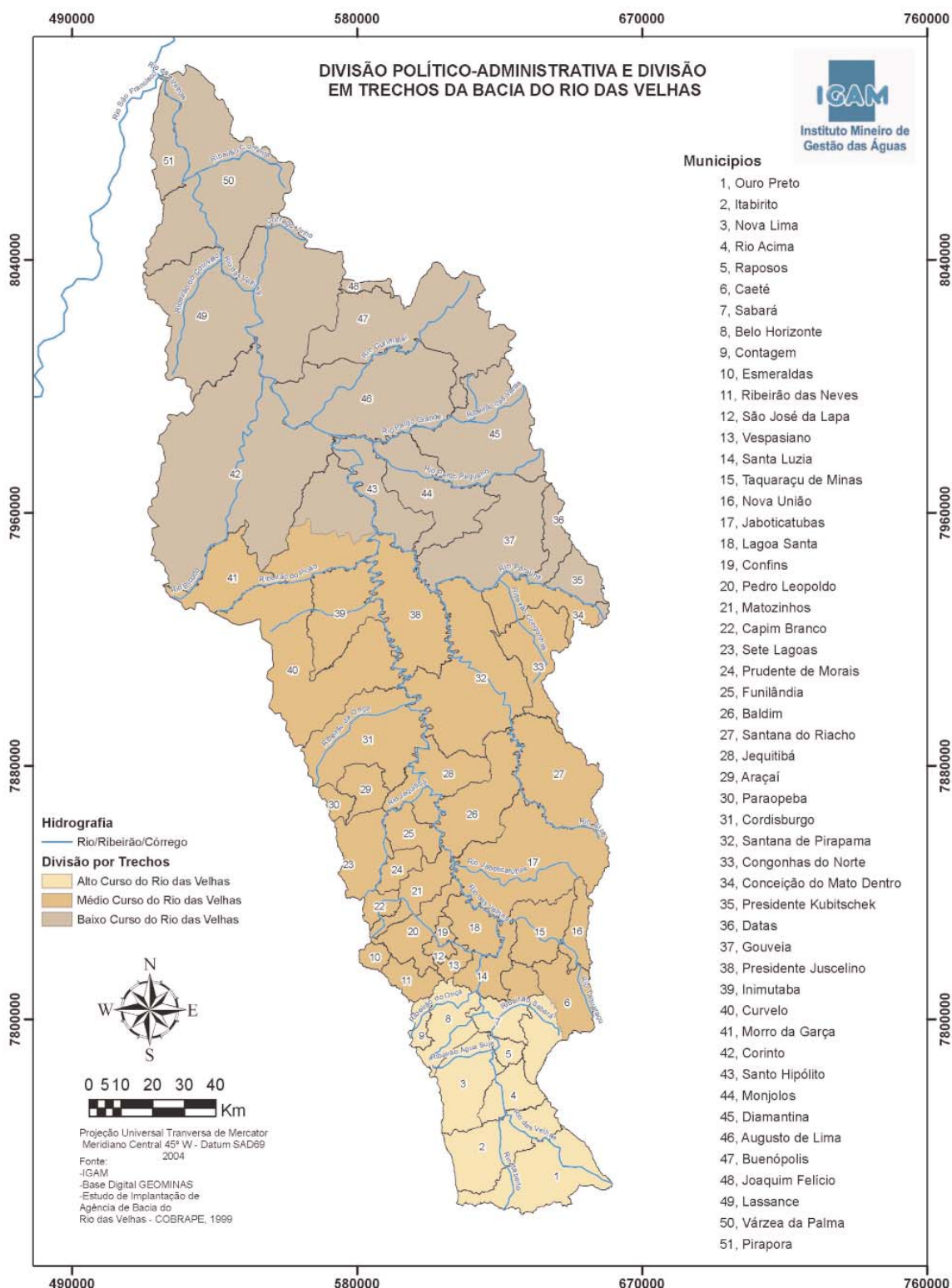


Figura 2 - Divisão da bacia do rio das Velhas em trechos

**Médio rio das Velhas:** ao norte traça-se a linha de limite desse trecho da bacia coincidindo com o rio Paraúna, o principal afluente do rio das Velhas e, a partir de sua barra, segue-se para oeste, na mesma latitude do divisor de águas ao norte do córrego Salobinho, continuando pela linha divisória dos Municípios de Curvelo e Corinto.

TAB. 2



Tabela 1- População e área total do alto rio das Velhas

Município	Pop. Total	%	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Belo Horizonte	2.238.526	50,80	330,93	0,85
Contagem	538.017	12,21	194,65	0,50
Itabirito	37.901	0,86	545,07	1,40
Nova Lima	64.347	1,46	428,45	1,10
Ouro Preto	66.277	1,50	1.245,08	3,20
Raposos	14.289	0,32	71,83	0,18
Rio Acima	7.658	0,17	228,05	0,58
Sabará	115.352	2,62	303,54	0,78
Subtotal	3.082.407	69,96	3.347,60	8,59

Fonte: IBGE (2000)

Tabela 2 - População e área total do médio rio das Velhas

Município	Pop. Total	%	Área km <sup>2</sup>	%
Araçáí	2.145	0,05	185,76	0,48
Baldim	8.155	0,19	555,02	1,42
Caeté	36.299	0,82	541,12	1,39
Capim Branco	7.900	0,18	94,17	0,24
Conceição do M. Dentro	18.637	0,42	1.671,46	4,30
Confins	4.880	0,11	42,01	0,11
Congonhas do Norte	4.897	0,11	482,98	1,24
Cordisburgo	8.522	0,19	823,19	2,12
Curvelo	67.512	1,53	3.295,90	8,47
Esmeraldas	47.090	1,07	909,59	2,34
Funilândia	3.281	0,07	201,66	0,52
Inimutaba	6.116	0,14	529,11	1,36
Jaboticatubas	13.530	0,31	1.113,75	2,86
Jequitibá	5.171	0,12	446,01	1,15
Lagoa Santa	37.872	0,86	232,00	0,60
Matozinhos	30.164	0,68	252,89	0,65
Morro da Garça	2.960	0,07	414,02	1,06
Nova União	5.427	0,12	171,46	0,44
Paraopeba	20.383	0,46	625,08	1,60
Pedro Leopoldo	53.957	1,22	291,04	0,75
Presidente Juscelino	4.319	0,10	696,64	1,79
Prudente de Moraes	8.232	0,19	125,76	0,32
Ribeirão das Neves	246.846	5,60	154,17	0,40
Santa Luzia	184.903	4,20	233,75	0,60
Santana de Pirapama	8.616	0,20	1.219,95	3,14
Santana do Riacho	3.739	0,08	676,77	1,74
São José da Lapa	15.000	0,34	48,63	0,13
Sete Lagoas	184.871	4,20	37,43	1,38
Taquaraçu de Minas	3.491	0,08	537,43	0,85
Vespasiano	76.422	1,73	70,11	0,18
Subtotal	1.121.337	24,25	16.970,7	43,63

Fonte: IBGE (2000)

**Baixo rio das Velhas:** compreende, ao sul, a linha divisória entre os Municípios de Curvelo (apenas o Distrito de Thomaz Gonzaga), Corinto, Monjolos, Gouveia e Presidente Kubitscheck e, ao norte, os Municípios de Buenópolis, Joaquim Felício, Várzea da Palma e Pirapora. TAB. 3

Tabela 3 - População e área total do baixo rio das Velhas

Município	Pop. Total	%	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Augusto de Lima	5.159	0,12	1.250,57	3,22
Buenópolis	10.368	0,24	1.610,93	4,14
Corinto	24.546	0,56	2.524,49	6,49
Datas	5.040	0,11	286,37	0,74
Diamantina	44.259	1,00	3.980,52	10,23
Gouveia	11.689	0,27	874,94	2,25
Joaquim Felício	3.872	0,09	791,11	2,04
Lassance	6.554	0,15	3.213,54	8,26
Monjolos	2.579	0,06	652,12	1,68
Pirapora	50.300	1,14	574,43	1,48
Presidente Kubitschek	2.951	0,07	189,54	0,49
Santo Hipólito	3.488	0,08	430,76	1,11
Várzea da Palma	31.641	0,72	2.195,69	5,65
Subtotal	202.446	4,59	18.576,01	47,78
TOTAL	4.406.190	100,00	38.894,31	100,00

Fonte: IBGE (2000)

**Nota:** As informações contidas nas tabelas acima se referem aos municípios que integram a bacia do rio das Velhas. Vários municípios não estão totalmente inseridos na bacia. Por este motivo, as informações acima expostas não estão de acordo com outros dados expostos sobre a bacia.

A bacia hidrográfica apresenta riqueza de cursos d'água, ou seja, uma significativa densidade de drenagem, que alimenta o rio das Velhas em todo o seu percurso. A relação de municípios drenados por esses cursos d'água encontra-se discriminada na Tabela 4.

A divisão político-administrativa dos 51 municípios integrantes da bacia do rio das Velhas permite observar que 44 destes não estão totalmente inseridos na bacia, e que 7 possuem a sede municipal fora da bacia.

O trecho alto rio das Velhas apresenta o maior contingente populacional, com uma expressiva atividade econômica, concentrada, principalmente, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, onde estão presentes os maiores focos de poluição hídrica de toda a bacia. Os principais agentes poluidores são os esgotos industriais e domésticos não tratados e os efluentes gerados pelas atividades minerárias clandestinas atuantes nesta parte da bacia.

Os trechos médio e baixo rio das Velhas possuem características diferenciadas em relação ao uso e ocupação do solo do alto trecho, apresentando uma menor concentração populacional, com o predomínio das atividades agrícolas e pecuárias.

Quanto à área de drenagem, a alta bacia contribui com cerca de 9,8% da área, a média bacia com cerca de 45% e a baixa bacia com 45,2% do total.

Tabela 4 - Correlação entre as sub-bacias e municípios da bacia do rio das Velhas

Sub-bacias	Municípios
Ribeirão Arrudas	Contagem/Belo Horizonte/Sabará
Ribeirão da Estiva	Corinto
Ribeirão da Mata	Capim Branco/Confins/Esmeraldas/Lagoa Santa/Matozinhos/Pedro Leopoldo/Ribeirão das Neves/Santa Luzia/São José da Lapa/Vespasiano
Ribeirão da Onça	Cordisburgo
Ribeirão das Tabocas	Cordisburgo/Jequitibá/Araçaí/Paraopeba
Ribeirão do Cotovelo	Lassance
Ribeirão do Funil	Ouro Preto
Ribeirão do Meio	Cordisburgo/Araçaí
Ribeirão do Mongo	Itabirito/Ouro Preto
Ribeirão do Onça	Contagem/Belo Horizonte/Santa Luzia
Rio de Peixe	Rio Acima/Nova Lima
Ribeirão do Picão	Corinto/Morro da Garça/Curvelo/Inimutaba
Ribeirão do Silva	Itabirito
Ribeirão Jequitibá	Jequitibá/Funilândia/Sete Lagoas/Prudente de Moraes/Capim Branco
Ribeirão Lavado	Lassance/Corinto
Ribeirão Macacos	Nova Lima
Ribeirão Maquiné	Curvelo
Ribeirão Paraguai	Curvelo/Cordisburgo
Ribeirão Pedra Grande	Várzea da Palma
Ribeirão Saboeiro	Itabirito
Ribeirão Santo Antônio	Inimutaba/Curvelo
Ribeirão São Gonçalo das Tabocas	Lassance
Rio Bicudo	Corinto/Morro da Garça
Rio Itabirito (Mata Porcos)	Itabirito/Ouro Preto
Rio Maracujá	Ouro Preto
Ribeirão Capivara	Santana do Riacho
Ribeirão Datas	Gouveia/Datas
Ribeirão da Corrente	Várzea da Palma
Ribeirão da Gaia	Sabará/Caeté
Ribeirão da Laje	Santa Luzia/Sabará
Ribeirão da Prata	Santana de Pirapama
Ribeirão do Prata	Raposos/Rio Acima/Caeté
Ribeirão do Tijucal	Presidente Kubitschek
Ribeirão dos Bicos	Santa Luzia/Sabará
Ribeirão dos Fechados	Santana de Pirapama
Ribeirão do Palmital	Presidente Kubitschek/Datas
Ribeirão Ribeiro Bonito	Caeté
Ribeirão Sabará	Sabará/Caeté
Ribeirão São Francisco	Lassance
Ribeirão Vermelho	Santa Luzia/Taquaraçu de Minas/Sabará
Ribeirão Cabeça de Negro	Várzea da Palma
Rio Cipó	Presidente Juscelino/Santana de Pirapama/Santana do Riacho/Baldim/Jaboticatubas
Rio Curimataí	Augusto de Lima/Buenópolis/Joaquim Felício

O rio das Velhas apresenta regime de tipo pluvial, como, aliás, a quase totalidade dos rios brasileiros. No período de chuvas (outubro-março), verifica-se uma grande elevação no nível das águas.

A tabela 5 apresenta, resumidamente, as características gerais da bacia, que serão detalhadas nos capítulos posteriores.

Tabela 5 - Características gerais da bacia do rio das Velhas

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA DO RIO DAS VELHAS	
Área da bacia	29.173 km <sup>2</sup>
Extensão do curso principal	802 km
Cota na nascente	1.520 m
Cota na foz	478 m
Perímetro da bacia	950 km
Largura média	38,3 km
Principais tributários	Rio Paraúna
	Rio Itabirito
	Rio Taquaraçu
	Rio Bicudo
	Ribeirão da Mata
Localização	Região Central de Minas Gerais
	Lat. 17°15' - 20°25'S
	Long. 43°25' - 44°50W
Ocupação	51 municípios, sendo 14 parcialmente contidos na bacia e 15 na RMBH
População (IBGE, 2000)	4,4 milhões de habitantes, sendo 86% residente na RMBH

## 2.1 Meio físico

### 2.1.1 Clima

Em geral, a bacia do rio das Velhas apresenta uma queda das precipitações médias no caminhamento sul para norte (das cabeceiras para a foz), sendo que os máximos das precipitações são observados nas nascentes localizadas na serra de Ouro Preto, onde a ocorrência de fenômenos orográficos mantém a média anual em torno de 2.000 mm. Em direção a jusante, nota-se uma depressão chuvosa nas proximidades de Jequitibá, média bacia, que se estende para toda a área da margem esquerda em direção a oeste. Na direção leste do ponto mencionado, por influência da topografia mais elevada, os totais anuais médios sofrem acréscimo, chegando a atingir valores da ordem de 1.700 mm, principalmente na região da serra do Espinhaço, nas proximidades do Município de Diamantina. Tomando-se novamente a direção norte, os totais anuais médios decrescem para 1.100 mm, entre Buenópolis e Várzea da Palma.

Em relação ao comportamento sazonal das precipitações na bacia, distinguem-se 3 meses secos, ou seja, junho, julho e agosto. A exceção é verificada no alto rio das Velhas, que passa por períodos secos maiores, que variam de 4 a 5 meses (maio a setembro).

Outra característica marcante da pluviosidade da bacia refere-se aos máximos totais mensais, atingindo valores acima de 900 mm, o que representa cerca de 3 vezes a média do mês mais chuvoso em toda a bacia.

Na bacia do rio das Velhas predominam os seguintes tipos climáticos:

1. Clima Quente de Inverno Seco (alta bacia);
2. Clima Temperado de Inverno Seco (margem direita da média bacia);
3. Clima Tropical com Verão Úmido (margem esquerda da média e baixa bacia).

As médias anuais de temperatura na bacia variam entre 18°C, na região das cabeceiras, até 23°C no extremo norte, junto à foz no rio São Francisco. O aumento das temperaturas médias acompanha o desenvolvimento da calha principal de montante para jusante. Apresenta, ainda, alguns núcleos com temperaturas médias entre 19°C e 20°C, nas proximidades dos Municípios de Caeté e Diamantina.

A umidade relativa do ar na bacia varia entre 70 e 80%, com menores valores na baixa bacia e os maiores nos limites ocidentais da média bacia. Nas demais áreas predominam os valores médios da ordem de 75%. Sazonalmente, as menores médias ocorrem no trimestre de julho a setembro, enquanto as maiores ocorrem entre os meses de novembro e abril, com maiores incidências nos meses de dezembro e janeiro.

### **2.1.2 Geologia**

A grande maioria das rochas aflorantes da bacia pertence às Eras Arqueana e Proterozóica. A Era Cenozóica é representada por tipos litológicos dos Períodos Terciário e Quaternário.

A bacia encontra-se no Bloco Brasília, sendo que os complexos gnáissicos-granitóides de médio grau metamórfico constituem a maior área do embasamento que ainda está exposta, principalmente nas regiões centro-sul (Complexos Barbacena, Mantiqueira, Campos Gerais, Bação, Belo Horizonte, Gouveia e Ressaquinha), meio-leste (Complexos Gouveia e Guanhões) e norte-nordeste (Complexo Porteirinha) do Estado de Minas Gerais. Nestes complexos, as associações granitóides são essencialmente dos tipos tonalito-trondhjemitó-granodiorito (TTG) e granito-granodiorito (estas últimas são geralmente tardi-arqueanas).

Afloram na bacia, ao sul, os Complexos Bação e Belo Horizonte e, na borda centro-leste, o Complexo Gouveia. Associadas a alguns destes complexos gnáissico-granitóides, são encontradas as seqüências metavulcano-sedimentares Pium-i, Fortaleza de Minas e rio das Velhas (aflora no extremo sul da bacia hidrográfica em estudo), que se caracterizam tipicamente como *Greenstone-Belts*.

O Supergrupo Minas apresenta-se extensamente exposto no Quadrilátero Ferrífero, representando uma cobertura posterior ao supergrupo rio das Velhas. Dados geocronológicos recentes indicam que a porção médio-inferior deste Supergrupo (Grupos Caraça e Itabira) depositou-se no limiar do Arqueano com Paleoproterozóico.

### **2.1.3 Recursos minerais**

A exploração mineral teve papel de importância na ocupação e no desenvolvimento econômico da bacia, principalmente no alto rio das Velhas.

A extração mineral começou no século XVIII, com a descoberta do ouro e pedras preciosas, provocando grandes mudanças, como a interiorização da Colônia e o surgimento de um considerável número de vilas em Minas Gerais. A abundante ocorrência de



recursos minerais na região do alto Velhas propiciou a degradação ambiental por parte de mineradoras e garimpos. Os recursos encontrados na bacia são ferro, manganês, ouro, alumínio, urânio, mercúrio, chumbo, zinco, cobre, calcário, mármore, dolomito, quartzo, diamante, filito, caulim, argila etc.

#### **2.1.4 Pedologia**

A formação dos solos está diretamente relacionada a uma série de fatores, quais sejam, clima, biota, material parental, topografia e tempo. A energia dos agentes formadores do solo sobre o material primitivo dá-se com maior ou menor intensidade em um curto ou longo espaço de tempo.

Todos os solos têm sua origem na intemperização das rochas superficiais ou localizadas a pequenas profundidades. Sua natureza está intimamente relacionada, além do clima e topografia, à influência da rocha matriz. As características das rochas que mais influenciam na formação dos solos são a composição mineralógica, a resistência mecânica e a textura.

As sete classes predominantes na bacia são as seguintes:

1. Latossolo Vermelho-Amarelo;
2. Latossolo Vermelho-Escuro;
3. Cambissolos;
4. Podzólico Vermelho-Amarelo;
5. Litossolos;
6. Areias Quartzosas;
7. Aluviais.

#### **2.1.5 Hidrogeologia**

Três grandes grupos de rochas configuram a base geral de todos os sistemas aquíferos presentes na área da bacia:

1. granulares;
2. fraturados (ou fissurados);
3. cárstico e cárstico-fissurado.

No primeiro grupo são verificados os Aluviões Quaternários e as coberturas detríticas Terciário-Quaternárias. Os aluviões ocorrem, preferencialmente, na porção leste da bacia, ao longo das calhas de tributários e em manchas dispersas às margens do rio das Velhas. Em geral, esses depósitos aluviais estão conectados hidráulicamente aos leitos fluviais, mantendo, assim, uma relação de influência entre rio e o aquífero em diversos locais. Tais aquíferos são propícios à exploração por poços rasos e de grande diâmetro, devido à pouca profundidade do lençol freático.

O segundo grupo compreende as rochas fraturadas (ou fissuradas), compondo os aquíferos 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.

O terceiro grupo possui as características aquíferas dos terrenos cársticos e cársticos-fissurados, representados pelas rochas carbonáticas do Grupo Bambuí nas Formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré. Estas formações ocupam uma porção restrita nos cen-

tros sul e norte da bacia; não obstante, são importantes reservatórios para o abastecimento de várias cidades. O Grupo Bambuí, representado pela Formação Serra de Santa Helena, apresenta, em geral, aquíferos de expressividade reduzida, principalmente devido à grande predominância de materiais argilosos, aos quais podem ser atribuídas baixas permeabilidades, salvo nas zonas de contato com calcários lenticulares.

### **2.1.6 - Geomorfologia**

As formas de relevo da bacia podem ser agrupadas em três categorias:

1. áreas ou formas aplainadas;
2. áreas dissecadas;
3. formas cársticas.

As áreas aplainadas, quando sobre planaltos, constituem superfícies tabulares ou superfícies onduladas. Tratam-se de antigas superfícies de aplainamento sobrelevadas e delimitadas por escarpamentos. As áreas aplainadas ocorrem, também, no interior de amplas depressões, caracterizando-se por vales denominados superfícies aplainadas ou onduladas.

As formas dissecadas são encontradas nos compartimentos intermediários dos planaltos, no interior das depressões e nos maciços antigos. A caracterização das formas atuais está calcada nas mudanças climáticas do Período Quaternário.

As formas cársticas ocorrem em rochas calcárias, apresentando uma morfologia peculiar resultante de processos especiais de evolução e baseadas principalmente na dissolução e corrosão. Condicionam uma evolução de relevo com predominância de processos superficiais e subterrâneos. A geomorfologia cárstica e a hidrologia cárstica introduzem processos de corrosão como parâmetros de gênese e evolução, e condicionam as formas cársticas tais como cavernas, maciços residuais, dolinas, uvalas etc.

As unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio das Velhas são as seguintes, também identificadas na Figura 3:

1. Planaltos do São Francisco;
2. Depressão do São Francisco;
3. Serra do Espinhaço;
4. Quadrilátero Ferrífero.

### **2.1.7 Hidrografia**

Com uma área de drenagem igual a 29.173 Km<sup>2</sup>, representando cerca de 5% da superfície do todo o Estado de Minas Gerais, o rio das Velhas aflui para o rio São Francisco após quase 800 Km. Nasce na região de Ouro Preto, ao norte da sede do Município, no vértice formado pelas serras de Antônio Pereira e de Ouro Preto e deságua no local denominado Barra do Guaicuí, no Município de Várzea da Palma.

O padrão da rede de drenagem da maioria dos cursos d'água da bacia é do tipo dendrítico, comum às regiões de rochas cristalinas ou rochas do embasamento. Entre os afluentes do rio das Velhas destacam-se, na margem direita, o ribeirão Curimataí (Município de Buenópolis), o rio Paraúna, principal afluente, o rio Cipó (afluente do rio Paraúna localizado entre os Municípios de Santana de Pirapama, Presidente Juscelino e Gouveia) e o ribeirão Jaboticatubas (Município de Jaboticatubas). Na margem esquerda destacam-se o ribeirão do Cotovelo (Município de Pirapora), o ribeirão Bicudo

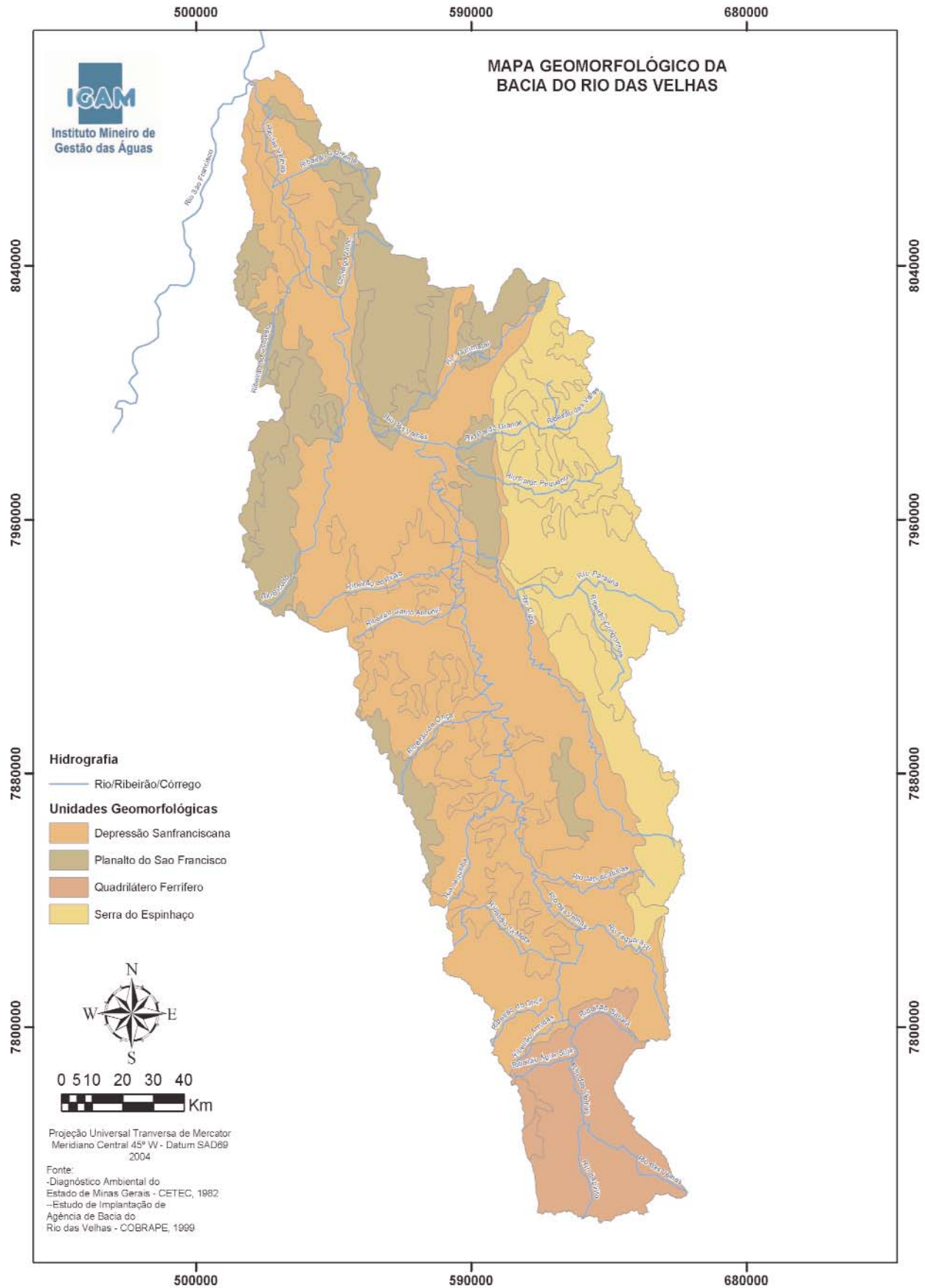


Figura 3 - Mapa geomorfológico da bacia do rio das Velhas

(Corinto), o ribeirão do Picão (Curvelo), o ribeirão da Onça (Cordisburgo) e os rios e ribeirões que drenam a Região Metropolitana de Belo Horizonte (Arrudas e Onça). A densidade da rede de drenagem natural apresenta maior riqueza hidrográfica entre os afluentes da margem direita, fato associado às características geológicas da bacia.

Alguns municípios como Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Sete Lagoas, Curvelo e Cordisburgo, localizados na margem esquerda do rio das Velhas, apresentam características geológicas semelhantes, ou seja, seus terrenos apresentam formações do tipo calcárea. É marcante a presença de numerosas lagoas, como a Lagoa Santa e as Sete Lagoas. Estas lagoas são do tipo Sumidouro, que, devido às suas características, comportam-se como reservatórios para os rios. Outro exemplo característico e conhecido nessa região é o córrego do Cuba, que desaparece na gruta de Maquiné para ressurgir, depois de um percurso subterrâneo de quase um quilômetro, na lapa dos Poções, o qual se comunica com a bacia fechada da fazenda do Bom Jardim, perto de Matozinhos, e que se dirige até o rio das Velhas. Fato significativo, também, é a generalidade de denominações como lapa, lapinha, gruta e sumidouro, que se observam nos elementos cartográficos relativos a essa região.

A densidade da rede de drenagem apresenta maior riqueza hidrográfica entre os afluentes da margem direita, fato associado à formação geológica da bacia. A grande quantidade de meandros constitui outra característica do rio das Velhas. Em quase todo o seu percurso o rio apresenta uma orientação S-N.

### 2.1.8 Uso e ocupação do solo

São definidas dez classes de mapeamento, englobando classes de cobertura e de uso do solo. As pastagens na bacia do rio das Velhas são verificadas em seus diversos tipos de cultivo e estágios de pastoreio e conservação. No entanto, as áreas identificadas como pasto compreendem as áreas de lavoura de ciclo curto, como milho, feijão, algodão e outros, de grande significado na bacia. Essa rotação de usos é amplamente adotada na região, objetivando melhor produtividade.

Tabela 6 - Distribuição das classes de uso do solo na bacia do rio das Velhas

CLASSES	ALTO		MÉDIO		BAIXO		TOTAL	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Mata	723	26,49	627	5,11	527	4,09	1.876	6,73
Cerrado	0	0,00	662	5,41	882	6,84	1.544	5,54
Campo	600	21,98	2.081	16,98	3.083	23,93	5.764	20,68
Capoeira	201	7,35	2.059	16,80	1.739	13,50	3.998	14,35
Pasto	668	24,46	6.244	50,96	5.706	44,29	12.61	45,28
Agricultura	0	0,00	34	0,28	239	1,85	273	0,98
Urbano	388	14,21	199	1,62	17	0,13	603	2,16
Mineração	31	1,14	14	0,12	0	0,00	45	0,16
Afloram. Rochoso	1	0,02	0	0,00	0	0,00	1	0,00
Reflorestamento	119	4,35	334	2,72	692	5,37	1.144	4,11
<b>TOTAL</b>	<b>2.731</b>	<b>100,00</b>	<b>12.254</b>	<b>100,00</b>	<b>12.885</b>	<b>100,00</b>	<b>27.866</b>	<b>100,00</b>

Fonte: EEI/FJP

As áreas agrícolas mapeadas apresentam-se em extensões bastante reduzidas; entretanto, deve-se ressaltar que as áreas de culturas de verão não foram mapeadas devido à data de aquisição das imagens. Por conseguinte, as áreas de cultura mapeadas tratam-se, em sua maioria, de culturas irrigadas. Estas são mais expressivas no baixo rio das Velhas.

As áreas urbanas são mais representativas na porção sul da bacia, como evidenciado pelas manchas urbanas da Região Metropolitana de Belo Horizonte e Sete Lagoas. É expressivo o número de áreas de degradação produzidas pelas minerações no Quadrilátero Ferrífero e pelas minas de calcário localizadas em áreas próximas a Belo Horizonte.

Próximo às cabeceiras do rio das Velhas, observa-se maior expressão de matas (Floresta Estacional Semi Decidual e Mata de Galerias). Em levantamento realizado pelo Instituto Estadual de Florestas, constatou-se que parte significativa dessas áreas, que haviam sido classificadas como de capoeiras, foram reclassificadas como matas, dado o avançado grau de regeneração em que se encontram. Isto atesta a recuperação ambiental da região a partir da criação de unidades de conservação e da recuperação de áreas degradadas por algumas mineradoras.

As capoeiras possuem uma expressiva extensão regional. Estão compreendidos nesta classe tanto os estágios iniciais da sucessão vegetal de uma região de floresta quanto as áreas de cerrado em recuperação. As capoeiras são produto do abandono de áreas de pastagem ou de culturas, processo hoje comum na região em razão não apenas da especialização da agricultura, mas também da falta de incentivo à produção agropecuária.

As áreas de campo, que incluem os campos cerrados e os campos de altitude, são também expressivas na bacia. Os campos cerrados são verificados na porção norte, e os campos de altitude na borda leste-sul, onde se desenvolvem sobre as rochas da cadeia da serra do Espinhaço e em porções mais altas do Quadrilátero Ferrífero.

Extensos conjuntos de reflorestamento de eucalipto estão localizados, principalmente, no baixo rio das Velhas, ocupando áreas de relevo suave. No alto rio das Velhas, antigos reflorestamentos se confundem e se misturam com matas secundárias. Nesta região, extensas áreas desativadas da mineração eram recuperadas por meio do plantio de eucalipto.

## **2.2 Meio Biótico**

### **2.2.1 Vegetação**

Na bacia do rio das Velhas há poucas áreas de vegetação nativa, principalmente no médio e baixo curso, onde grande parte dessa vegetação foi suprimida, dando lugar à atividade agropecuária. As matas ciliares estão, atualmente, reduzidas a pequenas faixas, o que tem agravado o problema de assoreamento dos cursos d'água. A vegetação de cerrado, formação predominante na bacia, sofreu reduções significativas devido a queimadas, desmatamentos e mineração.

De forma geral, a vegetação nativa vem, gradativamente, dando lugar a extensas áreas agropastoris, o que põe em perigo, cada vez mais, a existência de espécies já ameaçadas, assim como as que ainda não foram classificadas neste grupo.

Infelizmente, o modelo de desenvolvimento humano imposto à região da bacia do rio das Velhas propiciou a degradação do ecossistema e a ocorrência de profundas transformações, comprometendo seriamente a sua viabilidade futura. As conseqüências desse modelo refletem nos recursos hídricos, e podem ser constatadas por meio dos seguintes



fatores: enormes áreas desmatadas, assoreamento do leito dos rios, excesso de material orgânico e substâncias tóxicas dissolvidas nas águas, redução da biodiversidade, mudanças no nível da água e no ciclo hidrológico, mudanças na cadeia alimentar do ecossistema, mudanças socioeconômicas das áreas afetadas, prejudicando atividades como a pesca, a irrigação, a pecuária, dentre outras. Todos esses fatores vêm comprometendo seriamente a fauna aquática, com a redução da biodiversidade.

Tabela 7 - Distribuição percentual dos biótopos na bacia do rio das Velhas

Biótopos	Alto		Médio		Baixo		Total	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Campo	600	22,0	2.081	17,0	3.083	23,9	5.764	20,7
Capoeira	201	7,3	2.059	16,8	1.739	13,5	3.998	14,4
Mata	723	26,5	627	5,1	527	4,1	1.876	6,7
Cerrado	-	-	662	5,4	882	6,8	1.544	5,5
Reflorestamento	119	4,4	334	2,7	692	5,4	1.144	4,1
Usos Antrópicos	1.088	39,8	6.491	53,0	5.962	46,3	13.540	48,6
Total	2.730	100,0	12.253	100,0	12.884	100,0	27.867	100,0

Fonte: Adaptado do IBGE - Região Sudeste, volume 3, 2000.

**Nota:** Não foram consideradas as áreas de lagos, represas ou leito dos rios.

### 2.2.2 Fauna

A diversidade da fauna em Minas Gerais é muito grande. Isto se deve à diversidade de biomas presentes no Estado. A bacia do rio das Velhas encontra-se numa posição estratégica, uma vez que abrange todos os biomas existentes em Minas Gerais. Tal fato lhe confere uma certa vantagem quanto à diversidade da fauna dentro de seus limites.

Hoje, entretanto, a fauna encontra-se muito reduzida em razão do crescente aumento da ocupação humana, que ocasiona a predação cada vez mais intensa de animais, além da destruição de *habitats* e de alimentos específicos para cada espécie animal. Todas essas alterações fazem com que a fauna seja o elemento mais prejudicado em toda a transformação ambiental que vem ocorrendo.

#### 2.2.2.1 A ictiofauna atual do rio das Velhas

Com o objetivo de realizar um diagnóstico atual da ictiofauna da bacia do rio das Velhas, foram feitas três campanhas semestrais para amostragem de peixes, entre junho de 1999 e junho de 2000, conforme publicação "Saúde e Meio Ambiente - Bacia do Rio das Velhas (Projeto Manuelzão/MMA).

A somatória das campanhas registrou noventa e três espécies de peixes na bacia do rio das Velhas. Este valor é bastante expressivo, considerando-se a estimativa de que toda a bacia do rio São Francisco tem pouco mais de 200 espécies, da cabeceira à sua foz, no oceano Atlântico, que inclui variada gama de ambientes, como riachos de cabeceira, afluentes de porte variado, lagoas marginais, veredas, a própria calha principal e seu estuário.



Das espécies capturadas nesse estudo, duas foram registradas pela primeira vez na bacia do rio São Francisco, quais sejam, o timboré (*Leporinus ambyrhynchus*), espécie de um piau de pequeno porte, coletado no rio Cipó, e uma espécie de sagüiru (*Steindachnerina corumbae*), registrada na calha do rio das Velhas e no rio Cipó. Tais espécies eram até então conhecidas apenas na bacia do rio Paraná. Outras duas, a rabeça (*Bunocephalus sp. n.*) e o cascudo (*Rineloricaria sp. n.*) são espécies novas, que ainda não foram descritas.

Entre as espécies registradas no sobredito estudo, seis podem ser consideradas exóticas, a saber: a carpa (*Cyprinus carpio*), as tilápias (*Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalii*), o trairão (*Hoplias lacerdae*), o tamoatá (*Hoplosternum littorale*) e o "guppy" (*Poecilia reticulata*).

Além de possuir diferentes graus de tolerância à qualidade da água, a maioria dos peixes apresenta restrições em relação ao ambiente em que vivem, associadas a certas características do corpo d'água, como velocidade da corrente, temperatura, profundidade etc.

As espécies caracterizadas como em extinção são: *Peripatus acacioi* (nome vulgar: peripatus); *Penelope obscura* (nome vulgar: jaguaçu); *Myrmecophaga tridactyla* (nome vulgar: tamanduá-bandeira); *Speothos venaticus* (nome vulgar: cachorro-do-mato-vinagre); *Chrysocyon brachyurus* (nome vulgar: lobo-guará); *Felis concolor* (nome vulgar: onça parda, suçuarana); *Felis tigrina* (nome vulgar: gato-do-mato); *Felis pardalis* (nome vulgar: jaguatirica); *Panthera onca* (nome vulgar: onça pintada); *Lutra longicaudis* (nome vulgar: lontra); *Ozotocerus bezoarticus* (nome vulgar: veado-campeiro).

### 2.2.3 Unidades de conservação

A bacia do rio das Velhas apresenta unidades de conservação, sendo que a maioria destas localiza-se na região do alto rio das Velhas e algumas já foram instituídas como unidades de conservação de usos direto ou indireto, segundo a classificação constante da Lei Federal n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. A concentração dessas áreas, principalmente no Quadrilátero Ferrífero, deu-se como medida de controle diante da grande exploração de recursos naturais na região e, principalmente, como forma de proteção dos mananciais de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

As unidades de conservação da bacia do rio das Velhas são as seguintes:

1. APA Cachoeira das Andorinhas;
2. APA Carste de Lagoa Santa;
3. APA Morro da Pedreira;
4. APA Municipal do Mingú;
5. APA SUL;
6. APA Serra do Cabral;
7. APE Barreiro;
8. APE Cercadinho;
9. APE Fechos;
10. APE Gruta Rei do Mato;
11. APE Mutuca;
12. APE Ribeirão do Urubu;

13. APE Várzea das Flores;
14. Estação Ecológica de Fechos;
15. Estação Ecológica da UFMG;
16. Parque Estadual da Baleia;
17. Parque Estadual da Serra do Rola Moça;
18. Parque Estadual do Sumidouro;
19. Parque das Mangabeiras;
20. Parque Nacional da Serra do Cipó;
21. Reserva Biológica Mata do Jambreiro.

## **2.3 Meio socioeconômico**

### **2.3.1 Processo histórico de ocupação**

A abundância de recursos minerais foi importante fator a propiciar o início da ocupação da bacia do rio das Velhas no final do século XVII e início do século XVIII. Os bandeirantes encontraram ouro e algumas pedras preciosas em locais onde atualmente encontram-se os Municípios de Sabará, Caeté, Raposos, Santa Luzia e Ouro Preto. Estes e outros Municípios, principalmente no alto Velhas, foram formados a partir de pequenos povoados que se instalaram ao redor de minerações.

As características topográficas, geológicas e pedológicas do médio e baixo Velhas levaram à implantação da atividade agropecuária nestas regiões com maior sucesso do que na região do alto rio das Velhas. Ambas as atividades, ou seja, a agropecuária e a mineração, foram grandes responsáveis pela degradação dos recursos naturais da bacia.

### **2.3.2 Dinâmica sócio-populacional**

A análise da dinâmica sócio-populacional da bacia do rio das Velhas foi realizada com fundamento em dados oficiais do IBGE, relativos aos Censos Demográficos de 1970, 1980 e 1991, além dos dados preliminares da Contagem Populacional realizada em 1996 e divulgada em março de 1997.

A comparação entre os dados oficiais dos anos de 1970, 1980 e 1991 mostra que a população da bacia sofreu um acréscimo da ordem de 86%, 27% e 7%, respectivamente, refletindo um crescimento superior à média das demais regiões do Estado. Tal fato pode ser explicado pelo dinamismo econômico dos municípios que compõem o alto rio das Velhas, notadamente Belo Horizonte e Contagem.

A região do alto rio das Velhas, historicamente, tem apresentado a maior participação no total de habitantes dos municípios da bacia, com índices de 71% em 1996, 73% em 1991 e de 83% e 74% nos anos de 1980 e 1970, respectivamente. A variação negativa entre os anos de 1980, 1991 e 1996 pode ser explicada pelo aumento da participação do médio rio das Velhas na distribuição da população, que passou de 12% da população total da bacia, em 1970, para 21% em 1991 e 24% em 1996.

A população urbana cresceu 56% de 1970 a 1980, 26% até o ano de 1991 e 8% até 1996, denotando a acentuada concentração populacional nos centros urbanos, decorrência do declínio das atividades econômicas rurais e da oferta de oportunidades de trabalho nos setores secundário e terciário, notadamente durante a década de 1970. Como reflexo deste quadro de concentração, a população rural da bacia apresentou um decréscimo de

Tabela 8 - População residente na bacia do rio das Velhas

População		Alto	Médio	Baixo	Total
1970	Urbana	1.455.122	216.179	82.119	1.753.420
	Rural	54.170	148.891	58.516	261.577
	Total	1.509.292	365.070	140.635	2.014.997
1980	Urbana	2.222.238	395.981	107.695	2.725.914
	Rural	41.780	134.396	52.618	228.794
	Total	2.264.018	530.377	160.031	2.954.426
1991	Urbana	2.647.813	657.983	150.870	3.456.666
	Rural	79.989	161.031	46.878	287.898
	Total	2.727.802	819.014	197.748	3.744.564
1996	Urbana	2.781.037	782.767	163.420	3.727.224
	Rural	78.529	179.533	33.543	291.605
	Total	2.859.566	962.300	196.963	4.018.829
2000	Urbana	3.059.153	1.015.842	167.373	4.242.368
	Rural	23.254	105.495	35.073	163.822
	Total	3.082.407	1.116.337	202.446	4.406.190

Fonte: Censos Demográficos - IBGE (2000)

13% no período 1991 a 1996. Observa-se, assim, uma recuperação das áreas rurais da bacia, estabilizando-se no último período considerado.

A tabela 1.9 mostra que a maioria dos municípios do alto rio das Velhas teve crescimento populacional pouco expressivo durante os anos de 1970 e 1980, à exceção de Belo Horizonte e Contagem, que apresentaram um acréscimo da ordem de 44% e 152%, respectivamente, caracterizando o intenso desenvolvimento econômico desses centros durante a década de 70. No período subsequente (1980/91), os municípios que mais cresceram com relação ao ano de 1980 foram Contagem (60%), Rio Acima e Sabará (com 40%), enquanto no período 91/96, Sabará apresentou um acréscimo de 13%, no período 80/91, e de 3,5%, no período 91/96.

### 2.3.3 Grau de urbanização

Conforme demonstra a Tabela 2.1, no período de 1970 a 1980 o grau de urbanização cresceu em todos os municípios do alto rio das Velhas. Entretanto, entre os anos de 1980 e 1991, os Municípios de Nova Lima, Raposos, Sabará e Contagem apresentaram taxas decrescentes de urbanização. Belo Horizonte manteve praticamente o mesmo grau elevado de urbanização. O alto rio das Velhas apresentou, em todo o período estudado, taxas de urbanização com uma evolução de 96%, em 1970, para 97%, em 1996.

É possível constatar um aumento significativo na densidade demográfica em todos os municípios situados no alto rio das Velhas nos anos de 1970, 1980, 1991 e 1996, onde se observam as mais elevadas densidades demográficas (Belo Horizonte, com 6.300 hab/Km<sup>2</sup> e Contagem, com 2.3519 hab/Km<sup>2</sup>, em 1996).

No médio rio das Velhas observa-se, também, um crescimento da densidade demográfica em todos os municípios, à exceção de Taquaraçu de Minas e Santana de Pirapama. Os municípios com maior densidade demográfica em 1996 foram Ribeirão das Neves, com 1.272 hab/Km<sup>2</sup>, Vespasiano, com 865 hab/Km<sup>2</sup>, e Santa Luzia, com 652 hab/Km<sup>2</sup>.

No baixo rio das Velhas registrou-se, em média, um aumento da densidade demográfica

Tabela 9 - Taxas de crescimento dos municípios da bacia do rio das Velhas (%)

REGIÃO	MUNICÍPIO	Período 70/80			Período 80/91			Período 91/96		
		Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
ALTO	Ouro Preto	1,47	1,76	0,79	1,44	2,18	(0,66)	(0,29)	1,49	(5,72)
	Itabirito	1,84	2,75	(2,55)	1,59	1,87	(0,42)	1,89	1,88	1,94
	Rio Acima	(0,10)	0,20	(0,71)	3,07	4,54	(1,08)	1,26	2,99	(5,48)
	Nova Lima	1,95	2,50	(0,69)	2,21	2,10	2,80	1,68	1,76	1,21
	Raposos	1,54	1,88	(2,31)	1,72	1,70	1,90	0,57	1,10	(6,46)
	Sabará	3,58	7,18	(9,30)	3,09	2,31	8,58	2,30	2,30	2,35
	Belo Horizonte	3,73	3,75	(1,46)	1,15	1,15	1,64	0,70	0,72	(4,23)
	Contagem	9,69	9,92	(2,87)	4,38	3,82	25,68	1,79	1,79	1,83
MÉDIO	Caeté	1,99	2,48	0,01	0,75	1,35	(2,57)	0,95	1,32	(1,66)
	Santa Luzia	9,00	10,32	3,21	7,87	8,74	(0,51)	2,07	2,40	(3,72)
	Vespasiano	7,26	15,10	(6,88)	9,37	5,98	20,09	4,74	5,35	3,78
	Ribeirão das Neves	21,36	27,23	2,99	7,16	6,23	14,14	6,51	5,98	9,01
	Nova União	0,29	0,27	0,29	1,63	4,85	0,83	1,18	4,39	0,09
	Taquaraçu de Minas	(1,83)	2,94	(3,06)	(0,20)	0,62	(0,50)	(0,47)	0,99	(1,05)
	Lagoa Santa	3,52	4,02	1,82	4,04	5,27	(7,37)	2,89	3,23	(2,29)
	Confins	1,65	1,40	1,98	2,74	8,09	(8,46)	6,21	6,44	(2,17)
	São José da Lapa	7,26	14,23	(3,36)	(0,35)	0,77	(6,64)	12,21	5,95	42,22
	Pedro Leopoldo	3,80	3,82	3,74	3,02	4,22	(0,43)	2,60	3,56	(1,31)
	Esmeraldas	0,32	2,63	(0,63)	3,75	2,60	4,27	6,91	3,54	8,17
	Jaboticatubas	(0,50)	2,83	(1,64)	0,86	3,24	(0,39)	(0,50)	3,20	(2,87)
	Matozinhos	6,44	7,06	2,62	3,48	3,86	(0,05)	2,50	3,23	6,30
	Capim Branco	1,74	3,59	0,11	2,32	7,30	(9,27)	2,20	3,50	(6,54)
	Santana do Riacho	(2,65)	2,30	(3,94)	0,57	2,98	(0,47)	0,93	2,99	(0,24)
	Baldim	(2,10)	0,64	(3,97)	0,93	1,89	0,01	(1,03)	1,69	(3,76)
	Funilândia	(0,84)	0,65	(1,37)	0,84	4,74	(1,24)	1,74	4,56	(0,60)
	Prudente de Moraes	1,69	3,67	(1,90)	4,44	5,80	0,06	3,45	4,89	(3,69)
	Sete Lagoas	4,22	4,46	1,02	3,31	3,64	(3,90)	3,02	3,19	(3,49)
	Jequitibá	(1,32)	1,05	(1,83)	0,48	3,18	(0,33)	0,56	2,99	(0,40)
	Santana de Pirapama	(2,32)	1,95	(3,03)	(0,80)	2,47	(1,67)	(1,29)	2,58	(2,56)
	Araçaí	(0,67)	4,47	(3,48)	1,33	1,15	1,87	1,57	1,65	1,34
	Paraopeba	0,89	2,97	(4,52)	4,19	4,34	3,54	1,76	3,98	(7,66)
	Cordisburgo	(0,21)	2,23	(2,27)	0,59	2,39	(1,80)	1,02	2,30	(1,25)
	Congonhas do Norte	1,28	1,37	1,25	0,40	1,94	(0,10)	1,29	1,81	1,09
	Conceição do M. Dentro	(0,41)	0,86	(1,14)	(0,50)	1,54	(2,05)	0,37	1,52	(0,76)
Presidente Juscelino	(0,99)	3,01	(1,68)	(2,37)	1,85	(3,60)	0,66	1,57	0,29	
Curvelo	1,12	2,49	(2,62)	1,38	1,71	0,06	1,76	1,75	1,77	
Inimutaba	0,14	2,91	(2,43)	1,34	2,12	0,29	(2,11)	1,81	(7,24)	
Morro da Garça	2,77	(1,95)	(3,10)	1,47	3,54	0,44	(0,67)	3,02	(2,85)	
BAIXO	Presidente Kubitschek	0,08	1,16	(0,67)	1,78	4,06	(0,43)	(2,48)	2,00	(7,36)
	Datas	(1,30)	0,46	(2,55)	2,71	3,14	2,33	1,49	2,24	0,77
	Gouveia	0,86	3,01	(1,17)	1,89	3,24	0,03	(0,37)	3,01	(5,67)
	Monjolos	(2,69)	(2,21)	(2,95)	(0,35)	(1,19)	0,10	(1,66)	(0,96)	(2,01)
	Santo Hipólito	(1,26)	(0,99)	(1,47)	0,15	2,23	(1,92)	(0,17)	1,92	(2,78)
	Corinto	(0,14)	0,88	(2,47)	0,45	0,99	(1,22)	(1,01)	1,05	(7,27)
	Diamantina	0,36	1,13	(1,53)	1,92	2,45	0,27	(0,55)	1,90	(8,14)
	Augusto de Lima	(0,28)	1,62	(0,76)	(0,35)	1,93	(1,11)	(3,28)	1,93	(5,15)
	Lassance	0,11	3,03	(0,65)	0,28	4,48	(1,51)	(1,00)	4,22	(4,07)
	Buenópolis	1,19	2,48	0,57	(0,02)	1,91	(2,51)	(0,67)	1,95	(4,74)
	Joaquim Felício	2,48	4,21	1,58	(1,06)	1,88	(3,34)	(1,64)	1,80	(4,95)
	Várzea da Palma	3,33	6,20	(0,31)	4,32	6,76	(2,42)	1,34	1,85	(1,26)
	Pirapora	4,88	5,21	(1,21)	3,23	3,40	(2,82)	0,97	1,04	(2,84)

Fonte: IBGE, 2000.

Tabela 10 - Taxas de Urbanização dos Municípios da Bacia do Rio das Velhas

REGIÃO	MUNICÍPIO	1970	1980	1991	1996
ALTO	Ouro Preto	69,06	71,08	77,02	84,16
	Itabirito	79,04	86,74	89,36	89,34
	Rio Acima	66,31	68,32	79,83	86,86
	Nova Lima	80,54	85,03	84,04	84,41
	Raposos	90,62	93,63	93,51	96,01
	Sabará	64,39	90,56	83,30	83,27
	Belo Horizonte	99,46	99,68	99,66	99,75
	Contagem	97,12	99,15	93,41	93,40
	<b>Média</b>	<b>96,41</b>	<b>98,15</b>	<b>97,06</b>	<b>97,25</b>
MÉDIO	Caeté	78,13	82,02	87,56	89,16
	Santa Luzia	76,72	86,51	94,46	96,00
	Vespasiano	42,49	86,00	60,85	62,61
	Ribeirão das Neves	57,14	91,69	83,37	81,31
	Nova União	16,83	16,79	23,68	27,69
	Taquaraçu de Minas	78,76	26,24	28,70	30,88
	Lagoa Santa	56,86	82,12	93,44	95,00
	Confins	42,49	55,46	96,93	97,98
	São José da Lapa	69,00	79,92	90,10	67,61
	Pedro Leopoldo	4,00	69,58	79,08	82,84
	Esmeraldas	26,11	32,77	28,99	24,71
	Jaboticatubas	21,96	30,49	39,39	47,28
	Matozinhos	83,73	88,71	92,30	95,63
	Capim Branco	43,16	51,64	87,11	92,78
	Santana do Riacho	16,34	26,81	34,78	38,49
	Baldim	35,44	46,74	51,83	59,47
	Funilândia	24,33	28,24	42,89	49,18
	Prudente de Moraes	58,52	71,03	81,92	87,77
	Sete Lagoas	91,83	94,01	97,30	98,11
	Jequitibá	15,93	20,20	27,04	30,48
	Santana de Pirapama	11,55	14,74	25,35	30,83
	Araçá	67,56	75,67	74,22	74,51
	Paraopeba	65,13	79,90	81,23	90,47
	Cordisburgo	40,71	51,86	63,02	67,11
	Congonhas do Norte	22,72	22,95	27,11	27,81
	Conceição do M. Dentro	34,29	38,93	48,63	51,49
	Presidente Juscelino	12,15	18,06	28,77	30,09
	Curvelo	68,54	78,41	81,31	81,30
	Inimutaba	42,08	55,32	60,16	73,97
	Morro da Garça	27,63	30,07	37,52	45,08
<b>Média</b>	<b>59,22</b>	<b>74,66</b>	<b>80,34</b>	<b>81,34</b>	
BAIXO	Presidente Kubitscheck	39,33	43,77	55,83	70,86
	Datas	38,47	45,88	48,04	49,85
	Gouveia	43,92	54,25	62,65	74,03
	Monjolos	34,79	36,53	33,29	34,64
	Santo Hipólito	43,54	44,73	56,09	62,21
	Corinto	66,20	73,30	77,79	86,43
	Diamantina	68,32	73,80	78,13	88,28
	Augusto de Lima	18,47	22,30	28,61	38,16
	Lassance	18,01	24,01	37,70	48,84
	Buenópolis	46,07	50,78	62,67	71,43
	Joaquim Felício	31,49	37,23	51,43	61,43
	Várzea da Palma	48,88	64,27	82,86	85,00
	Pirapora	93,45	96,40	98,15	98,50
	<b>Média</b>	<b>58,39</b>	<b>67,18</b>	<b>76,29</b>	<b>82,97</b>
	<b>Média Geral</b>	<b>87,02</b>	<b>92,26</b>	<b>92,31</b>	<b>92,74</b>

Fonte: IBGE, 2000.



no decorrer de 1970, 1980 e 1991. No entanto, em 1996 a quase totalidade dos municípios apresentou uma redução da densidade demográfica, à exceção de Pirapora, com 84 hab/Km<sup>2</sup>, Várzea da Palma, com 14 hab/Km<sup>2</sup>, e Datas, com 18 hab/Km<sup>2</sup>.

Com relação às condições sanitárias dos domicílios, observa-se que os municípios pertencentes ao alto rio das Velhas apresentam uma alta porcentagem de domicílios com canalização interna e água, sendo a média equivalente a 92,5%. Alguns municípios, como Raposos, Itabirito e Nova Lima, apresentam índices superiores a 95% dos domicílios com canalização interna.

Nos municípios pertencentes ao médio rio das Velhas essa porcentagem varia em 92%, em São José da Lapa, 91,27%, em Caeté, 90,18%, em Santa Luzia, 25,10% em Congonhas do Norte, 32,22% em Santana de Pirapama, 37,09% em Morro da Garça, 42,32% em Jequitibá, e 42,18% em Presidente Juscelino.

No baixo rio das Velhas a porcentagem de domicílios com canalização interna de água é bem menor, se comparada com as demais regiões. À exceção de Pirapora, com 83,62%, Gouveia, com 79,91%, Corinto, com 72,05%, e Diamantina, com 68,79%, os demais apresentam uma porcentagem inferior a 50% de domicílios com água canalizada.

No que toca à instalação sanitária ligada à rede ou a fossa séptica, verifica-se que nos municípios do alto rio das Velhas mais de 60% dos domicílios têm instalação sanitária ligada à rede geral e fossa séptica, ao passo que os municípios do médio e baixo rio das Velhas apresentam uma situação precária, com índices em torno de 0,0% e 1,0%.

Vinte e dois dos trinta municípios localizados no médio rio das Velhas apresentam índices de domicílios com instalação sanitária inferiores a 50%, caracterizando uma situação de precariedade quanto ao saneamento básico.

A situação do baixo rio das Velhas é mais grave. À exceção de Datas, todos os municípios possuem índice de instalações sanitárias ligadas à rede pública ou fossas inferiores a 50%, e grande parte deles são totalmente desprovidos desses sistemas. Sob o ponto de vista de condições sanitárias, esta é a pior região da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

### **2.3.4 Educação**

A maior taxa da população alfabetizada encontra-se no alto rio das Velhas, variando de 86,66% em Rio Acima a 93,25%, em Belo Horizonte.

No médio rio das Velhas, a taxa de população alfabetizada varia de 65,33% em Congonhas do Norte a 90,92% em Sete Lagoas, ao passo que no baixo rio das Velhas esta taxa varia de 67,11% em Joaquim Felício a 86,39% em Gouveia.

A maior taxa da população atendida no ensino fundamental é encontrada em São José da Lapa (154,17%), seguida de Santana do Riacho (128,94%) e Funilândia (112,59%), sendo que os três municípios localizam-se no médio rio das Velhas. No médio rio das Velhas a referida taxa varia de 72,22% em Presidente Juscelino a 154,17% em São José da Lapa. Observe-se que as taxas de atendimento superiores a 100% refletem um atendimento que supera a população da faixa etária de 7 a 14 anos.

Pode-se afirmar que, de maneira geral, a taxa de atendimento ao ensino médio é bem menor do que a do ensino fundamental em todos os municípios das três sub-bacias.

### **2.3.5 Saúde**

De modo geral, pode-se afirmar que a infra-estrutura de serviços de saúde é bastante precária em toda a bacia do rio das Velhas.



Tabela 11 - Taxas de população alfabetizada e atendida

REGIÃO	MUNICÍPIO	Taxa da População Alfabetizada com mais de 10 anos de idade - 1991	Taxa da População Atendida no Ensino Fundamental - 1994
ALTO	Ouro Preto	89,36	85,45
	Itabirito	90,63	92,74
	Rio Acima	86,66	84,03
	Nova Lima	92,08	86,78
	Raposos	87,88	81,68
	Sabará	89,23	72,74
	Belo Horizonte	93,25	81,00
	Contagem	92,26	85,68
MÉDIO	Caeté	90,20	97,98
	Santa Luzia	90,13	77,33
	Vespasiano	84,92	89,17
	Ribeirão das Neves	85,98	94,57
	Nova União	78,03	95,33
	Taquaraçu de Minas	79,69	87,49
	Lagoa Santa	88,20	96,28
	São José da Lapa	87,29	154,17
	Pedro Leopoldo	89,32	98,65
	Esmeraldas	83,65	91,23
	Jaboticatubas	73,66	89,55
	Matozinhos	87,52	98,73
	Capim Branco	88,31	95,54
	Santana do Riacho	71,98	128,94
	Baldim	82,20	95,45
	Funilândia	80,27	112,59
	Prudente de Moraes	86,71	90,81
	Sete Lagoas	90,92	87,09
	Jequitibá	75,44	85,78
	Santana de Pirapama	71,25	82,32
	Araçáí	86,41	90,27
	Paraopeba	87,08	89,59
	Cordisburgo	79,24	89,31
	Congonhas do Norte	65,33	95,56
	Conceição M. Dentro	67,03	81,00
	Presidente Juscelino	72,22	98,10
	Curvelo	84,93	88,93
Inimutaba	79,84	85,30	
Morro da Garça	74,82	67,90	
BAIXO	Presidente Kubitscheck	78,35	87,62
	Datas	78,69	94,65
	Gouveia	86,39	90,26
	Monjolos	69,78	85,01
	Santo Hipólito	72,60	90,15
	Corinto	80,68	92,76
	Diamantina	80,40	87,40
	Augusto de Lima	75,28	74,92
	Lassance	73,21	74,37
	Buenópolis	71,10	82,92
	Joaquim Felício	67,11	78,83
	Várzea da Palma	77,41	105,24
	Pirapora	85,97	89,98

Fonte: IBGE - FJP

A Organização Mundial de Saúde - OMS estabelece como recomendável a proporção de 5 leitos para cada mil habitantes.

No alto rio das Velhas, que apresenta melhores índices quanto ao número de leitos, o Município de Rio Acima apresenta 6,95 leitos por mil habitantes. Belo Horizonte conta com 5,34, Nova Lima com 4,23, Sabará com 2,58, Ouro Preto com 2,21, Itabirito com 2,20, Contagem com 1,39 e Raposos não possui leitos. No cômputo geral, a bacia do rio das Velhas dispõe de 3,8 leitos para cada mil habitantes.

No médio rio das Velhas, o Município de Vespasiano apresenta o melhor serviço de atendimento considerando-se o número de leitos, pois conta com 17,85 leitos por mil habitantes, Conceição do Mato Dentro dispõe de 5,38 e Curvelo de 5,00. Treze municípios (44% do total) não dispõem de leitos.

No baixo rio das Velhas o atendimento é ainda mais precário, pois do total de 13 municípios mais de 50% não apresentam leitos. Os municípios da região que apresentam oferta de leitos são Diamantina, com 5,00, Datas, com 4,39, Gouveia, com 3,60, Corinto, com 3,33, e Várzea da Palma, com 1,06.

O mesmo padrão é observado no tocante ao número de médicos por habitante. O município melhor servido em número de médicos é Belo Horizonte, com 5,21 por mil habitantes. Nova Lima conta com 4,08, Vespasiano, com 3,49, e Araçá, com 3,07. Os municípios com índices inferiores situam-se no médio e no baixo rio das Velhas. No baixo rio das Velhas, do total de municípios, cerca de 44% possuem menos de 1,0 médico por mil habitantes.

O número de óbitos constatados em virtude de doenças do aparelho digestivo associadas à veiculação hídrica foi de 910 no alto rio das Velhas, 215 no médio rio das Velhas e 32 no baixo rio das Velhas, perfazendo o total de 1.157 óbitos em toda a bacia no ano de 1994. O Município de Belo Horizonte apresentou o maior número de óbitos ocasionados por doenças infecciosas e parasitárias redutíveis por saneamento básico, com 242 casos. Contagem apresentou 47 óbitos, Jequitibá, 24, Sabará, 13 e Curvelo, 10. No alto rio das Velhas foram constatados 320 óbitos, no médio, 107 e, no baixo, 25, perfazendo o total de 452 casos em toda a bacia.

No alto rio das Velhas foram registrados 512 casos de óbitos relacionados a outras doenças infecciosas e parasitárias, no médio, 201 e, no baixo, 50, perfazendo o total de 763 casos para toda a bacia. A soma total dos óbitos em toda a bacia do rio das Velhas resulta em 25.780 casos no ano de 1994. Destes, 3.275 foram provocados por doenças infecciosas e parasitárias e do aparelho digestivo, ou seja, doenças de veiculação hídrica, representando portanto 14,44% dos óbitos ocorridos.

Quanto à prevalência de esquistossomose, verifica-se um alto índice em alguns municípios, conforme levantamento recente realizado pela Fundação Nacional de Saúde. Destacam-se os Municípios de Jaboticatubas, com índice de 30%, Baldim, com 25%, Nova União, com 10,8%, Conceição do Mato Dentro e Santa Luzia, ambos com 11%, São José da Lapa, com 9%, Jequitibá, com 7,9%, Ribeirão das Neves, com 5,7%, Lagoa Santa, com 4,7%, Santana do Riacho, com 3,8%, Contagem, com 2,5% e Matozinhos, com 2,3%.

### **2.3.6 Atividades econômicas**

#### **2.3.6.1 Setores econômicos**

Na bacia do rio das Velhas, o setor primário da economia não apresenta o mesmo quadro dos setores secundário e terciário. Entretanto, ele mostra uma significativa

evolução no que se refere à área plantada e aos volumes de produção.

Observa-se um aumento significativo no que diz respeito à área colhida, que passou de 78.227 hectares em 1990 para 116.153 ha em 1993, apresentando uma evolução expressiva de 48%, ainda que parte desse resultado possa ser creditada às possíveis melhorias introduzidas no sistema de informações e controle de safras.

As principais culturas encontradas na bacia do rio das Velhas são as de milho, feijão, cana-de-açúcar, arroz, banana, mandioca, café, laranja, soja e tomate. Assim como em todo o Estado de Minas Gerais, o principal produto cultivado na bacia do rio das Velhas é o milho, que respondeu por 49% da área colhida na bacia em 1993. O segundo produto mais importante na bacia, segundo o critério de área colhida, é o feijão, que respondeu por 17% da área colhida no ano de 1993. No período compreendido entre 1990 e 1993, as áreas colhidas de milho e feijão cresceram 29% e 22%, respectivamente. Entre os produtos que tiveram sua área colhida reduzida estão o arroz (-5%), a batata (-12%) e o feijão (-54%).

Apesar de apresentar um desempenho insatisfatório, a pecuária é uma atividade predominante ao longo da bacia do rio das Velhas, sendo a base econômica de pelo menos 12 municípios, localizados, em sua maioria, no médio e no baixo rio das Velhas.

Quanto à criação de animais, os rebanhos suínos e bovinos são os maiores da bacia, sendo que o Município de Curvelo dispõe do maior número de cabeças de boi. Sete Lagoas destaca-se na criação de porcos, com cerca de 28.500 cabeças. A bovinocultura, no período de 1985 a 1994, caracterizou-se pelo aumento do efetivo e pela ampliação das áreas de pastagem plantadas. Merece destaque o crescimento significativo da pecuária leiteira que, em 1994, foi 65,13% superior em relação ao ano de 1984. Práticas como o uso de fertilizantes, corretivos, defensivos e mecanização proporcionam melhorias nos níveis de rendimento das pastagens; por outro lado, o uso inadequado pode comprometer todo o ecossistema.

É importante salientar que a pecuária é a atividade mais importante do médio rio das Velhas, responsável por cerca de 75,34% da produção de suínos de toda a bacia e 57,90% da produção de bovinos.

O desempenho industrial dos municípios que compõem a bacia do rio das Velhas é de extrema importância no contexto de desenvolvimento econômico do Estado de Minas Gerais. Do total de pessoal ocupado e do número de estabelecimentos industriais do Estado de Minas Gerais no ano de 1985, 37% e 24%, respectivamente, concentram-se na região em estudo.

Destaca-se, ainda, que a participação relativa do pessoal ocupado na indústria dentro da sub-bacia do alto rio das Velhas respondia, em 1985, por 77% do total na região, concentrando 82% dos estabelecimentos industriais.

A partir dos dados relativos à distribuição do ICMS arrecadada em 1994, infere-se a posição de destaque dos Municípios de Belo Horizonte e Contagem no total da bacia e do Estado de Minas Gerais. Ressalta-se que esses dois municípios concentram quase 60% do total arrecadado na indústria de transformação.

O setor secundário no médio rio das Velhas tem importância relativamente menor, verificada por meio do índice de participação percentual do pessoal ocupado na indústria, que equivale 20% na bacia. As maiores concentrações de pessoal ocupado na indústria na sub-bacia do médio rio das Velhas encontram-se nos Municípios de Sete Lagoas, Santa Luzia, Pedro Leopoldo e Vespasiano.

O setor secundário do baixo rio das Velhas é irrelevante, considerando-se a bacia em sua totalidade. A participação do pessoal ocupado na indústria, em 1985, era de cerca de 4%, e apenas os Municípios de Várzea da Palma, Pirapora e Diamantina têm alguma relevância no setor. A indústria que caracteriza Diamantina é a de fabricação de tapetes arraiolos, que são exportados, assim como algumas pequenas indústrias de transformação. Em decorrência deste quadro de desenvolvimento do setor secundário,

Tabela 12 - Participação na arrecadação do ICMS por atividade econômica por sub-bacia (em porcentagem - 1994)

REGIÃO	MINERÁRIA	INDÚSTRIA	COMÉRCIO	SERVIÇOS	PRIMÁRIA	OUTRAS	TOTAL
ALTO	96,00	62,00	96,00	95,00	64,00	99,94	86,00
MÉDIO	3,70	31,00	3,00	4,80	29,00	0,00	12,00
BAIXO	0,20	7,00	1,00	0,20	7,00	0,00	2,00
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Núcleo de Estatísticas Municipais - FJP - 1996

a arrecadação do ICMS do baixo rio das Velhas apresenta o insignificante percentual de 7% das indústrias de transformação da bacia.

As atividades do setor secundário da bacia, principalmente do alto rio das Velhas e de uma pequena parte do médio rio das Velhas, baseiam-se nas chamadas indústrias básicas, destinadas à exploração de recursos naturais, com grande relevância atribuída à atividade minerária, desenvolvida em grande escala.

Na distribuição da arrecadação do ICMS, em 1994, a atividade extrativa mineral predomina no alto rio das Velhas, com 96% do total da arrecadação do setor. Há a presença desta atividade em todos os municípios da sub-bacia, com destaque para Nova Lima, Itabirito e Ouro Preto. O setor mineral sempre foi de extrema importância na história da industrialização da bacia. As riquezas minerais, especialmente o ferro e calcário, foram as responsáveis pela localização do parque transformador de bens minerais, principal pilar da economia estadual.

O setor terciário dos municípios que compõem a bacia do rio das Velhas assume posição de destaque em Minas Gerais. A bacia é responsável por 45% do pessoal ocupado no setor de serviços em todo o Estado e por 34% do pessoal ocupado no comércio no ano de 1985. Esta situação demonstra condições relativamente favoráveis ao desenvolvimento econômico e urbano da região no contexto estadual.

Das três regiões, a do alto rio das Velhas destaca-se com 88% do pessoal ocupado no comércio e 90% do pessoal ocupado nas atividades de serviços. A população ocupada no comércio e no serviço no alto rio das Velhas concentra-se, basicamente, em Belo Horizonte, com índices de participação no total da bacia de 75% e 81%, respectivamente. Contagem ocupa a segunda posição, agregando 10% do pessoal ocupado no comércio e 7% nas atividades de serviço de toda a bacia do rio das Velhas.

No médio rio das Velhas, o setor terciário é bem mais modesto. A participação do pes-

soal ocupado no comércio e no setor de serviços é de apenas 9% e 8%, respectivamente. Os Municípios de Sete Lagoas, Lagoa Santa e Curvelo destacam-se com um nível de desenvolvimento terciário relativamente melhor que os demais municípios da sub-bacia. O estoque de mão-de-obra no setor de serviços é de 8% e, no comércio, de 10%.

O setor terciário do baixo rio das Velhas é bastante deficiente, com participação do pessoal ocupado no comércio e serviços equivalente a apenas 3% e 2%, respectivamente. O estoque de mão-de-obra no setor de comércio e serviços também é insignificante, e a participação da arrecadação nestes setores, dentro da bacia, é de apenas 1% no comércio e 0,2% em serviços.

### **2.3.7 Infra-estrutura regional**

De toda a bacia hidrográfica, o alto rio das Velhas é a região com melhor infra-estrutura, não apenas em razão de sua maior concentração populacional, mas também por sua condição de desenvolvimento econômico, notadamente dos setores secundário e terciário.

### 3. PROBLEMAS AMBIENTAIS NA BACIA

A bacia do rio das Velhas tem em seu histórico de ocupação uma intensa exploração de seus recursos naturais. Desde a chegada dos bandeirantes, à procura de ouro e de pedras preciosas, o rio das Velhas vem passando por um intenso processo de degradação. Além da mineração, outros fatores, como a atividade agropecuária e a urbanização, que se desenvolveram a partir da instalação dos povoados mineradores, principalmente no alto trecho, contribuíram para a alteração das características qualitativas e quantitativas das águas do rio das Velhas.

O uso e a ocupação do solo têm interferências diretas nos recursos hídricos. Na bacia do rio das Velhas, a partir das análises realizadas pelo Projeto Águas de Minas (2003), essas interferências são bastante claras. Algumas estações de amostragem na região do Quadrilátero Ferrífero demonstram uma concentração de metais (cobre, manganês e níquel) e sólidos em suspensão nos cursos d'água. Essas informações levam a crer que a principal atividade econômica naquela região, qual seja, a mineração, influencia diretamente a qualidade das águas.

Ao atravessar a Região Metropolitana de Belo Horizonte, o rio das Velhas recebe uma grande quantidade de efluentes domésticos e industriais, além de resíduos sólidos. O fator de pressão sobre os recursos hídricos nessa região é a urbanização. No baixo Velhas, além do somatório de todos os efluentes adquiridos a montante, também são adicionados efluentes gerados pela atividade agropecuária, que é mais abrangente nessa região.

Outro problema ambiental na bacia consiste na grande supressão da vegetação, tanto em topos de morros, quanto em encostas, vales dos rios e matas ciliares. Extensas áreas de vegetação nativa estão dando lugar às monoculturas, tanto nas práticas agrícolas como na silvicultura. Outro fator de pressão sobre a vegetação a merecer destaque é a expansão da urbanização por meio da implantação de grandes condomínios, principalmente na Região Metropolitana, abrangendo áreas de preservação ambiental como a APA-SUL e as áreas cársticas no Município de Lagoa Santa. A retirada da vegetação deixa o solo exposto, o que facilita sua remoção e transporte para os cursos d'água próximos, assoreando-os. Outro problema advindo do desmatamento é a fragmentação de *habitats*, que pode vir a prejudicar ou até mesmo levar à extinção de espécies endêmicas vegetais e animais.

De todas as bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais, a do rio das Velhas é a que detém o maior número de unidades de conservação, isto é, áreas protegidas e asseguradas por lei ou decreto. Esse maior número de áreas preservadas na bacia decorre, principalmente, da maior utilização e pressão sobre os recursos naturais existentes em comparação com outras bacias do Estado. Cita-se como exemplo a Área de Proteção Ambiental Sul de Belo Horizonte - APA-SUL, criada com o objetivo de controlar a expansão urbana nessa região, as explorações minerárias e, sobretudo, garantir maior proteção aos mananciais de abastecimento de água para a Região Metropolitana. As áreas de proteção ambiental, geralmente, são criadas para minimizar os efeitos da pressão externa sofridos por unidades de conservação de uso indireto, que podem localizar-se no interior daquelas áreas.

A ictiofauna existente no rio das Velhas também vem sofrendo impactos ambientais. Um primeiro fator, caracterizado como fator de interferência direto, é a qualidade da água. Muitas espécies desapareceram, pois não conseguem adaptar-se a mudanças brus-



cas das características químicas e físicas da água. Este fato é registrado, principalmente, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, que detém o pior índice de qualidade das águas da bacia. Os outros dois fatores consistem na construção de barragens no curso dos rios, o que dificulta a migração e reprodução dos peixes, e a inserção de espécies exóticas, fato que desequilibra o ecossistema natural da ictiofauna pré-existente.

As ações antrópicas sobre o meio ambiente podem prejudicar ecossistemas, quando não orientadas adequadamente ou fiscalizadas por instituições que detêm competência para tal. A sociedade também possui papel fundamental na manutenção da qualidade do ambiente, sendo necessária sua colaboração na fiscalização, denúncia de atos que venham a prejudicar o meio ambiente e, também, em ações de respeito para com ambiente. A educação ambiental é uma ferramenta importante, e deve ser disseminada por toda a bacia, pois sem o respeito ao meio ambiente não há qualidade de vida para a população.

Várias são as ações ambientais que devem ser tomadas para recuperar e/ou controlar a degradação ambiental na bacia do rio das Velhas. É por este objetivo que o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas 2004-2010 está orientado, e pretende, além de outras ações, atingir a meta de melhor qualidade para o rio das Velhas na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

## **4. SANEAMENTO AMBIENTAL**

### **4.1 Abastecimento de água**

Conforme a Figura 4, que apresenta mapa relativo às concessionárias de água, e a Tabela 13, infere-se que a COPASA administra os serviços de água da maior parte dos municípios da bacia. Tal sociedade de economia mista possui concessão em trinta e sete sedes municipais compreendidas na bacia, representando cerca de 72% do total. As prefeituras municipais que contam com a assessoria da FUNASA e dos SAAEs atendem a 28% dos municípios da bacia.

A cobertura média de rede de água na bacia, considerando o atendimento das concessionárias, foi estimada em 92% em 2004 nas sedes dos municípios; o atendimento nos distritos, por outra parte, foi estimado em 40% no ano de 2004, conforme estudos realizados pelo PROSAM.

Cabe ressaltar que a COPASA efetuou uma previsão de investimentos para o período de 2004-2006, com vistas à efetivação do objetivo de universalizar o abastecimento de água na bacia, nos municípios onde possui concessão.

### **4.2 Coleta de esgotos sanitários**

Em relação à coleta de esgotos, o documento elaborado no âmbito do PROSAM, denominado "1º Informe de Situação dos Recursos Hídricos", de maio de 1999, aponta que os índices de atendimento por rede coletora são bastante variáveis. Na maior parte dos municípios o atendimento é precário, e a situação se agrava nos distritos. Os estudos do PROSAM estimaram em 53%, em 2004, o atendimento por redes coletoras de esgoto nas sedes municipais. As prefeituras municipais são responsáveis pela prestação dos serviços de esgotamento sanitário em 57% dos municípios da bacia, seguidas pela COPASA, com 43%, conforme mostram a Figura 5 e a Tabela 13. A COPASA não opera em todos os sistemas para os quais possui concessão, mas previu, em seu plano de ação, atender a 100% dos municípios concedentes até o ano de 2006.

### **4.3 Tratamento de esgotos sanitários**

Existem várias estações de tratamento de esgotos - ETE operadas pela COPASA na bacia. Muitas delas atendem a uma pequena parcela da população das sedes municipais, e possuem eficiências variáveis. Os Municípios de Belo Horizonte, Confins, Lagoa Santa, Contagem, Matozinhos, Nova Lima, Vespasiano, Santa Luzia, Ribeirão das Neves e Corinto possuem ETE e, na maioria destes, o tratamento é realizado em nível secundário. Os sistemas de tratamento de esgotos mais utilizados na bacia são os de lagoas, reatores anaeróbios de fluxo ascendente, lodos ativados, filtros anaeróbios, dentre outros.

Ressalta-se que as ETE dos Municípios de Buenópolis e Presidente Kubitschek são operadas pelas respectivas prefeituras, e possuem licença de instalação.

A Região Metropolitana de Belo Horizonte compreende vinte municípios da bacia. Esta área concentra a maior parte da população, e se destaca pelo fato de ser a principal geradora das cargas urbanas. Parte dos efluentes dos Municípios de Belo Horizonte e Contagem é tratada na ETE-ARRUDAS, que se encontra em funcionamento desde 2001. A ETE-ONÇA, cujo início de funcionamento está previsto para o primeiro semestre de 2005, também receberá os efluentes dos Municípios de Belo Horizonte e Contagem. Os resultados obtidos por meio das simulações do Modelo de Qualidade da Água mostram que a qualidade das águas do rio das Velhas é totalmente dependente das ações de controle de poluição adotadas em Belo Horizonte e Contagem.

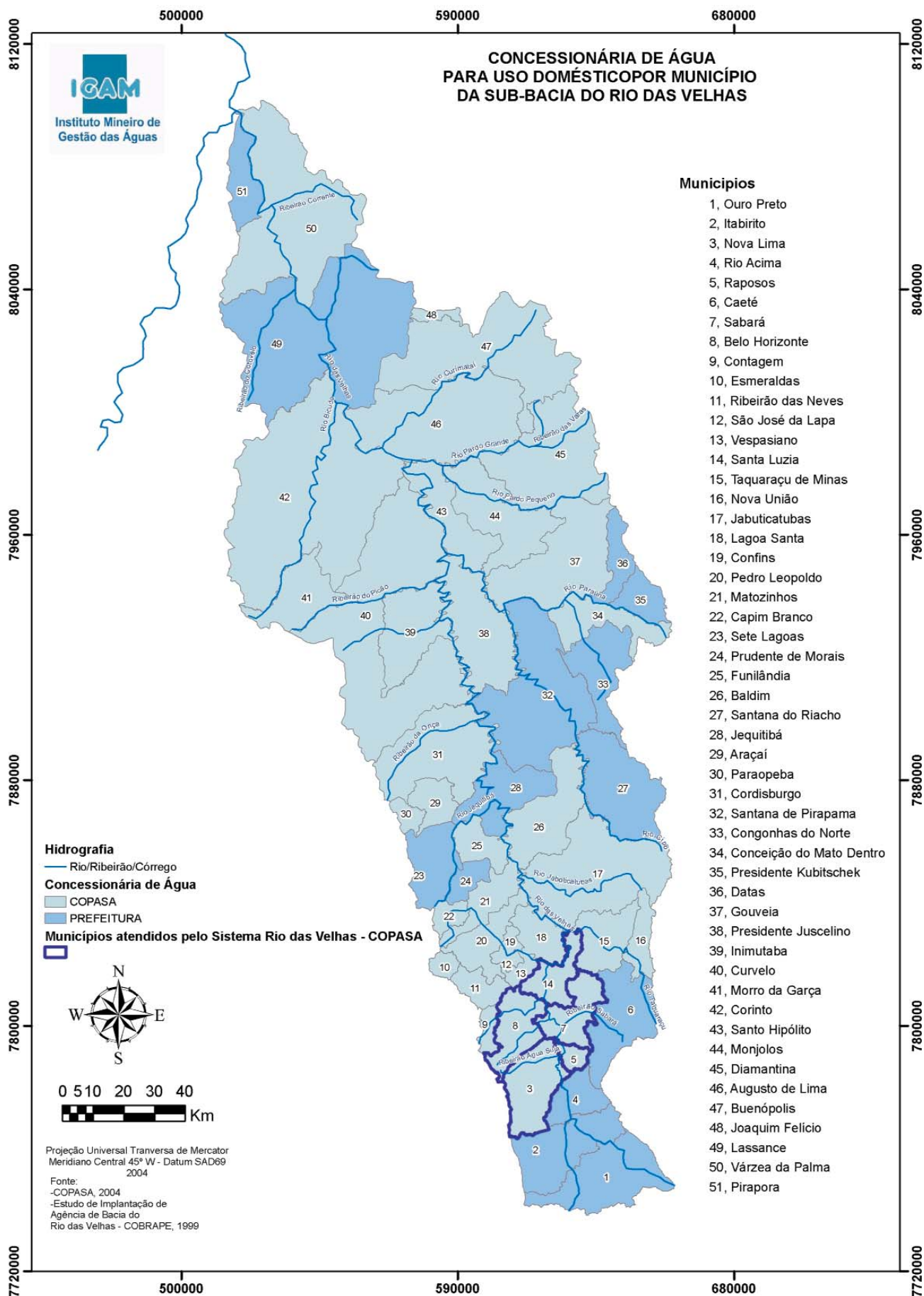


Figura 4 - Concessionárias de água na bacia do rio das Velhas

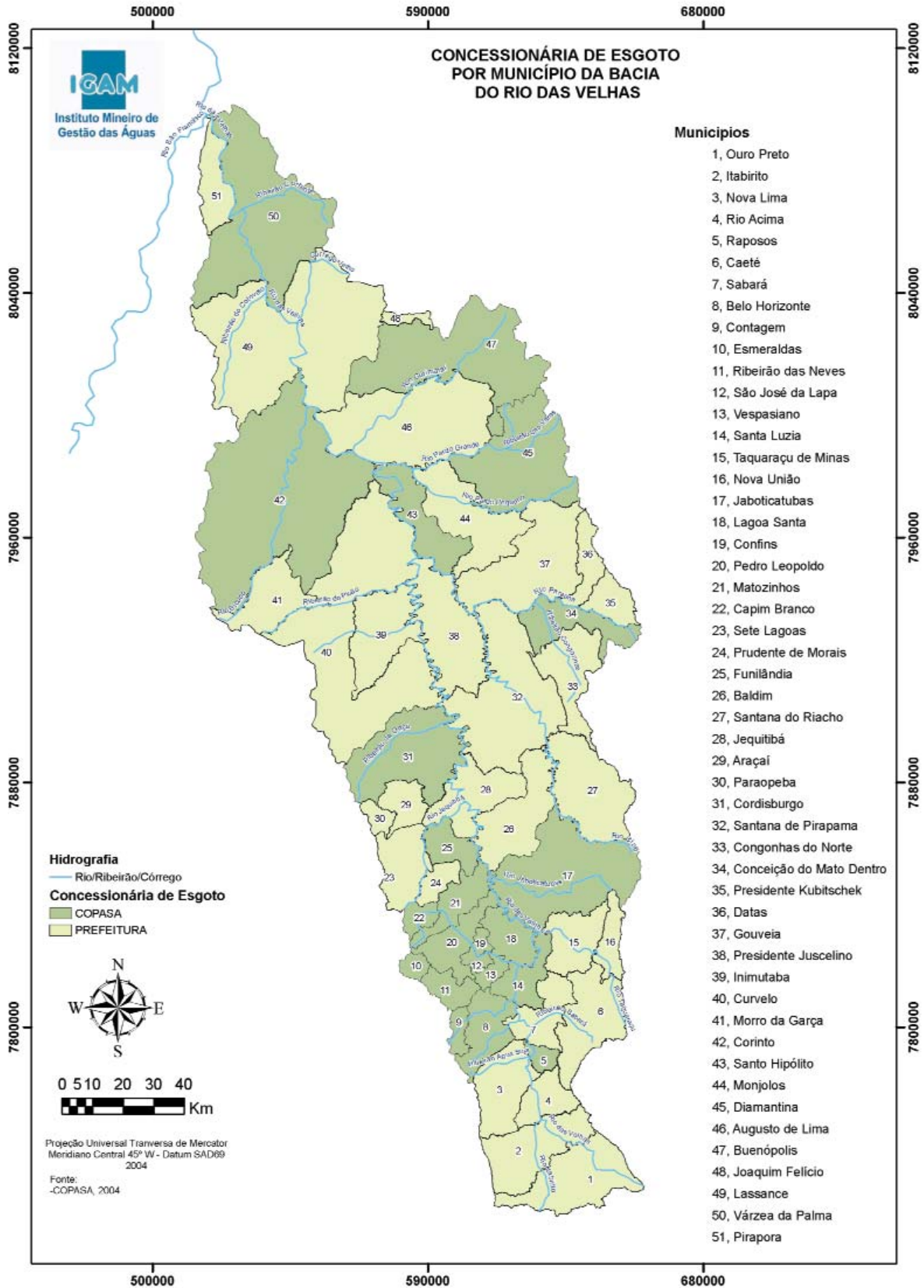


Figura 5 - Concessionárias de esgoto na bacia do rio das Velhas



Tabela 13 - Situação da concessão de água e esgoto na bacia do rio das Velhas

MUNICÍPIOS	CONCESSÃO DE ÁGUA	CONCESSÃO DE ESGOTO
Araçaí	COPASA	PREFEITURA
Augusto de Lima	COPASA	PREFEITURA
Baldim	COPASA	PREFEITURA
Belo Horizonte	COPASA	COPASA
Buenópolis	COPASA	PREFEITURA
Caeté	PREFEITURA	PREFEITURA
Capim Branco	COPASA	COPASA
Conceição do Mato Dentro	COPASA	PREFEITURA
Confins	COPASA	COPASA
Congonhas do Norte	PREFEITURA	PREFEITURA
Contagem	COPASA	COPASA
Cordisburgo	COPASA	COPASA
Corinto	COPASA	COPASA
Curvelo	COPASA	PREFEITURA
Datas	PREFEITURA	PREFEITURA
Diamantina	COPASA	COPASA
Esmeraldas	COPASA	COPASA
Funilândia	COPASA	COPASA
Gouveia	COPASA	PREFEITURA
Inimutaba	COPASA	PREFEITURA
Itabirito	PREFEITURA	PREFEITURA
Jaboticatubas	COPASA	COPASA
Jequitibá	PREFEITURA	PREFEITURA
Joaquim Felício	COPASA	PREFEITURA
Lagoa Santa	COPASA	COPASA
Lassance	PREFEITURA	PREFEITURA
Matozinhos	COPASA	COPASA
Monjolos	COPASA	PREFEITURA
Morro da Garça	COPASA	PREFEITURA
Nova Lima	COPASA	PREFEITURA
Nova União	COPASA	PREFEITURA
Ouro Preto	PREFEITURA	PREFEITURA
Paraopeba	COPASA	PREFEITURA
Pedro Leopoldo	COPASA	COPASA
Pirapora	PREFEITURA	PREFEITURA
Presidente Juscelino	COPASA	PREFEITURA
Presidente Kubitschek	PREFEITURA	PREFEITURA
Prudente de Moraes	PREFEITURA	PREFEITURA
Raposos	COPASA	COPASA
Ribeirão das Neves	COPASA	COPASA
Rio Acima	PREFEITURA	PREFEITURA
Sabará	COPASA	PREFEITURA
Santa Luzia	COPASA	COPASA
Santana de Pirapama	PREFEITURA	PREFEITURA
Santana do Riacho	PREFEITURA	PREFEITURA
Santo Hipólito	COPASA	COPASA
São José da Lapa	COPASA	COPASA
Sete Lagoas	PREFEITURA	PREFEITURA
Taquaraçu de Minas	COPASA	PREFEITURA
Várzea da Palma	COPASA	COPASA
Vespasiano	COPASA	COPASA

Fonte: COPASA (2004) Org.: DvPRH/IGAM

#### 4.4 Resíduos sólidos

A Deliberação Normativa COPAM n.º 52/2001 é um dos instrumentos normativos que estabelecem diretrizes para o licenciamento ambiental dos sistemas adequados de disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Fundamentado em tal instrumento, foi desenvolvido o "Projeto Lixo & Cidadania na bacia do rio das Velhas" (FEAM/Projeto Manuelzão). Em uma primeira etapa, de dezembro de 2001 a março de 2004, o Projeto envolveu quarenta e seis municípios da bacia do rio das Velhas. O trabalho terá continuidade em uma segunda etapa, para a qual foi denominado "Saneamento & Cidadania na bacia do rio das Velhas".

O diagnóstico mais recente sobre a situação dos resíduos sólidos na bacia provém dos estudos realizados no âmbito desse Projeto. Cabe ressaltar que os Municípios de Belo Horizonte e Contagem não foram contemplados no trabalho, por já disporem de aterro sanitário. Diamantina, Esmeraldas e Paraopeba não foram incluídos no Projeto pelo fato de possuírem apenas uma pequena porção de seus territórios na área de drenagem da bacia.

O diagnóstico realizado leva à constatação de que a geração de resíduos nos municípios estudados equivale a cerca de 800 t/dia, considerando a geração *per capita* de 0,60 Kg/habitantes x dia.

As ações implementadas pelo Projeto tiveram os resultados bastante significativos no que diz respeito à melhoria da qualidade ambiental na bacia. Foram adotadas medidas para a minimização dos impactos causados pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, tais como o cercamento dos depósitos, a abertura de valas para disposição dos resíduos domiciliares e resíduos dos serviços de saúde e a presença sistemática de equipamentos em vários depósitos de lixo.

Considerando-se a estimativa de resíduos sólidos gerados nos Municípios de Belo Horizonte e Contagem, tem-se que a geração de resíduos total na bacia equivale a cerca de 5.300 t/dia. A tabela 2.6 apresenta as formas de disposição final dos resíduos adotadas nos municípios da bacia.

Importa afirmar que no "4º Seminário Lixo & Cidadania na bacia do rio das Velhas", realizado nos dias 2 e 3 de abril de 2004, um dos temas apresentados consistiu na proposta de elaboração e implementação de um plano de ações relativo a resíduos sólidos e esgotamento sanitário a ser cumprido até 2010, tendo como abrangência os cinquenta e um municípios da bacia. Esse plano será compreendido no conjunto de atividades do "Projeto Saneamento & Cidadania na bacia do rio das Velhas", como um dos Projetos Estruturadores do Estado - Lixo e Cidadania.

Atualmente, está sendo realizado o trabalho de monitoramento das áreas de disposição de resíduos situadas na bacia, bem como o levantamento da situação dos serviços de limpeza urbana e disposição final dos municípios participantes da segunda fase do Projeto. Além disso, estão sendo levantadas informações relacionadas ao serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário de toda bacia. Essas informações orientarão a próxima fase do Projeto, em que será estabelecida a definição de estratégias de atuação e proposições.

O Plano recomenda que todas as ações na bacia relacionadas à disposição adequada dos resíduos sólidos urbanos sejam convergentes com as diretrizes do "Projeto Saneamento & Cidadania na bacia do rio das Velhas", com o objetivo de potencializar os resultados de tal trabalho.



Tabela 14 - Situação da Disposição Final de Resíduos Sólidos

MUNICÍPIOS	TIPO DE DISPOSIÇÃO
Araçá	Depósito com melhorias
Augusto de Lima	Depósito com melhorias
Baldim	Depósito com melhorias
Belo Horizonte	Aterro sanitário
Buenópolis	Depósito com melhorias
Caeté	Depósito com melhorias Licença de Instalação concedida para aterro sanitário
Capim Branco	Disposição no depósito de Matozinhos
Conceição do Mato Dentro	Licença de Instalação concedida para aterro sanitário
Confins	Disposição no aterro controlado de Vespasiano
Congonhas do Norte	Depósito com melhorias
Contagem	Licença de Operação em análise para aterro sanitário
Cordisburgo	Depósito com melhorias
Corinto	Depósito com melhorias
Curvelo	Licença Prévia concedida para aterro
Datas	Depósito com melhorias
Diamantina	Aterro controlado
Esmeraldas	Depósito com melhorias
Funilândia	Depósito com melhorias
Gouveia	Depósito com melhorias
Inimutaba	Depósito com melhorias
Itabirito	Licença de Instalação concedida para aterro
Jaboticatubas	Licença de Instalação em análise para usina de triagem e compostagem
Jequitibá	Lixão
Joaquim Felício	Depósito com melhorias
Lagoa Santa	Depósito com melhorias
Lassance	Depósito com melhorias
Matozinhos	Licença de Instalação em análise para aterro
Monjolos	Depósito com melhorias
Morro da Garça	Depósito com melhorias
Nova Lima	Licença Prévia em análise para o aterro Sul Licença de Instalação concedida para o aterro Norte
Nova União	Licença de Instalação concedida para usina de triagem e compostagem
Ouro Preto	Licença Prévia concedida para aterro sanitário
Paraopeba	Lixão
Pedro Leopoldo	Lixão
Pirapora	Depósito com melhorias
Presidente Juscelino	Depósito com melhorias
Presidente Kubitschek	Licença de Operação concedida para usina de triagem e compostagem
Prudente de Moraes	Licença de Instalação concedida para usina de triagem e compostagem
Raposos	Disposição no aterro sanitário Norte de Nova Lima
Ribeirão das Neves	Licença Prévia em análise para aterro sanitário
Rio Acima	Licença de Instalação concedida para usina de triagem e compostagem
Sabará	Licença de Instalação concedida para aterro
Santa Luzia	Aterro controlado
Santana de Pirapama	Depósito com melhorias
Santana do Riacho	Depósito com melhorias
Santo Hipólito	Depósito com melhorias
São José da Lapa	Disposição no aterro controlado de Vespasiano
Sete Lagoas	Aterro controlado
Taquaraçu de Minas	Lixão
Várzea da Palma	Depósito com melhorias
Vespasiano	Aterro controlado

Fonte:FEAM/Projeto Manuelzão, 2004

## **5. LEVANTAMENTO DE PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES NA BACIA COM REPERCUSSÕES SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS**

Dentre as atividades dos Poderes Públicos Federal e Estadual e Municipal, foram identificados alguns programas, projetos e ações relacionados aos recursos hídricos e que possuem interação com os objetivos propostos por este Plano.

Em relação à esfera estadual, Minas Gerais retomou a atividade de planejamento por meio do "Plano Plurianual de Ação Governamental - PPAG", sendo que no dia 16 de outubro próximo passado, foi publicada no "Minas Gerais" a revisão do PPAG referente ao período 2005/2007.

São vários os programas estruturadores estabelecidos na atual administração. Destacam-se os que têm relação direta com este Plano, a saber:

### 1. "Programa Gestão Ambiental MG século XXI"

Programa 0134 - Intensificar a atuação do Governo na gestão ambiental modernizando os mecanismos de comando e controle, 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. Ações: Educação Ambiental e Lixo e Cidadania. R\$ 225.000,00 (duzentos e vinte e cinco mil reais).

### 2. "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 o 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. Ações: Ampliação da Base Florestal, Monitoramento das Águas. R\$ 300.000,00 (trezentos mil reais).

A Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais - COPASA dispõe de recursos da ordem de R\$ 600.000.000,00 (seiscentos milhões de reais) a serem investidos em abastecimento de água e rede coletora de esgotos nos municípios da bacia do rio das Velhas onde possui concessão de água e esgoto para o período de 2005-2006.

A COPASA desenvolve, ainda, os seguintes Programas:

1. "Programa Caça Esgotos", que objetiva identificar e eliminar os lançamentos indevidos em redes pluviais e córregos, sendo realizado, inicialmente, nos ribeirões Arrudas e Onça, na lagoa da Pampulha e em seus córregos afluentes. Atualmente, o Programa está sendo estendido a todos os municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte, priorizando-se aqueles onde já existe tratamento de esgotos. Para esse Programa estão previstos recursos da ordem de R\$ 8.000.000,00 (oito milhões de reais), para o período de 2005-2006.

2. Há recursos garantidos, também, para a implementação de Estações de Tratamento de Esgotos planejadas para os Municípios de Belo Horizonte, Contagem, Lagoa Santa, Nova Lima, Ribeirão das Neves, Santa Luzia e Vespasiano. Tais recursos equivalem a R\$ 57.000.000,00 (cinquenta e sete milhões de reais) para o período de 2005-2006.

No Município de Belo Horizonte identificou-se o "Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte" - DRENURBS, com recursos provenientes da instituição

financeira internacional Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID. Trata-se de um Programa da Prefeitura de Belo Horizonte que tem por objetivo promover a melhoria da qualidade de vida de sua população por meio da valorização do meio ambiente urbano, preservando os córregos que se encontram em leito natural, tratando as fontes poluidoras e reduzindo os riscos de inundação. A primeira etapa desse Programa contempla o período de 2004-2007, com recursos da ordem de R\$ 240.000.000,00 (duzentos e quarenta milhões de reais).

Identificou-se também o "Plano de Saneamento Municipal de Belo Horizonte" - PMS, que vai ampliar a rede de abastecimento de água e a rede de esgotos em vilas e favelas. Essa ampliação também irá propiciar um incremento de vazão efluente na ETE-ARRUDAS. O PMS tem recursos da ordem de R\$ 700.000.000,00 (setecentos milhões de reais) para o período de 2005-2008.

Na esfera federal, identificou-se o "Plano Plurianual" - PPA concernente ao período de 2004-2007, em que se destaca o "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). Salienta-se que este Programa é para 20 anos. Ainda na esfera federal, constatou-se o "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, isto é, pelo esgoto efetivamente tratado.

Diante do exposto nesta seção, infere-se que o CBH VELHAS tem papel relevante para fomentar a necessária atuação conjunta dos órgãos relacionados aos programas, projetos e ações identificados na bacia. Pode-se destacar, a título de exemplo, o DRENURBS e o "Programa Caça Esgoto", que são complementares e devem ser executados de forma conjunta pelos respectivos responsáveis, quais sejam, Prefeitura de Belo Horizonte/SUDECAP, Prefeitura de Contagem e COPASA, com o objetivo de potencializar as ações para viabilizar o incremento de vazão efluente na ETE-ARRUDAS e na ETE-ONÇA. O CBH VELHAS deve, também, articular-se politicamente e, por intermédio de sua futura agência de bacia, obter recursos dos programas identificados com o objetivo de viabilizar as ações necessárias na bacia.

## 6. 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. Esta seção objetiva determinar, de forma quantitativa e simplificada, a disponibilidade hídrica na bacia do rio das Velhas.

Entende-se por disponibilidade hídrica aquela quantidade de água que pode ser retirada de um manancial sem que se comprometa a flora e a fauna da bacia. A definição da disponibilidade hídrica de um curso d'água é algo que demanda estudos multidisciplinares amplos e locais. Diante da ausência de tais estudos, o Estado de Minas Gerais, por meio da Portaria Administrativa IGAM n.º 010, 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, como disponibilidade hídrica, a vazão de 30% de  $Q_{7,10}$ , ficando garantido a jusante de cada derivação um fluxo residual equivalente a 70% de  $Q_{7,10}$ . Na hipótese de o curso d'água ser 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  $Q_{7,10}$ .

Para os objetivos deste Plano, a disponibilidade hídrica será apontada por um estudo regional de vazões. As vazões estudadas serão a  $Q_7$  e as vazões de permanência no tempo, sobretudo  $Q_{90\%}$  e  $Q_{95\%}$ . O estudo regional busca transferir informações hidrológicas de um local para outro, dentro de uma região de comportamento hidrológico semelhante. Tal procedimento é necessário porquanto a rede de monitoramento não cobre todos os pontos de interesse da região e, ainda, porque mesmo os pontos medidos podem conter falhas temporais em seu período de observação.

Em 2001, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, por meio do convênio 015/2000 ANEEL - 013/CPRM/2000, elaborou um estudo de regionalização de vazões para as sub-bacias 40 e 41.

A sub-bacia 40 situa-se na região central do Estado de Minas Gerais, numa área da ordem de 51.000 km<sup>2</sup> compreendida entre as nascentes do rio São Francisco e a Barragem de Três Marias, correspondendo aproximadamente às latitudes 18°15' e 20°40' Sul e às longitudes 43°50' e 46°10' Oeste.

A sub-bacia 41 corresponde a uma parcela da bacia do rio São Francisco com área aproximada de 39.000 km<sup>2</sup>, compreendida entre a barragem de Três Marias exclusive e a barra do rio das Velhas inclusive. Está localizada no centro do Estado de Minas Gerais, entre as latitudes 17°20' e 20°30' Sul e as longitudes 43°30' e 46°20' Oeste. Apresenta forma irregular, abrangendo trecho relativamente curto do curso do rio São Francisco, correspondente a cerca de 150 km, sendo sua área mais expressiva a bacia do rio das Velhas, que consiste no maior tributário do alto São Francisco. O rio Abaeté é o segundo maior tributário do rio São Francisco nesta sub-bacia, seguido de outros bem menos expressivos como o rio Formoso, afluente da margem esquerda, e o rio de Janeiro, afluente da margem direita.

### 6.1 Metodologia de regionalização de vazões mínimas

A regionalização das vazões mínimas anuais do estudo supracitado foi realizada medi-

ante a aplicação do método *index-flood*, utilizando momentos-L e empregando as estatísticas-L. O método *index-flood* compreende as seguintes premissas:

- As observações de qualquer estação são identicamente distribuídas;
- As observações de qualquer estação não podem ser autocorrelacionáveis;
- As observações de diferentes estações são independentes, ou seja, é necessária independência espacial;
- As distribuições de frequência das diferentes estações são as mesmas, diferindo apenas no que toca ao fator de escala;
- A forma matemática da curva de frequência regional é definida.

As etapas seguidas para a aplicação do método *index-flood* foram as seguintes:

#### 1. Organização e adimensionalização das séries

A primeira etapa consistiu na montagem das séries com a variável a ser regionalizada e, quando necessário, foi efetuado um estudo de preenchimento de falhas. Em seguida, estabeleceu-se cada elemento  $X_{ij}$  das séries, onde  $i$  é o número de ordem do elemento na estação e  $j$  foi adimensionalizado por meio da relação entre o elemento e o fator de adimensionalização  $\mu_j$  da estação  $j$ . Formou-se, dessa maneira, série de elementos adimensionais  $X_{ij}/\mu_j$ .

#### 2. Definição das curvas empíricas de frequência de cada estação hidrometeorológica

As curvas foram traçadas de forma não paramétrica, plotando-se, no papel de probabilidades, os valores das séries adimensionalizadas com a correspondente posição de plotagem.

#### 3. Definição das regiões homogêneas e das curvas de frequência regional

As regiões hidrológicas homogêneas foram definidas a partir das características meteorológicas, geográficas e da similaridade da "tendência" das curvas de frequência individuais. Dessa forma, um grupo de curvas com a mesma "tendência", dentro de uma região com características geográficas e meteorológicas semelhantes, formou uma região homogênea. A partir das curvas empíricas das estações da mesma região homogênea, grafadas no papel de probabilidade, foi possível definir a curva regional. Esta foi traçada a sentimento, de modo que a curva regional seja a mediana das curvas empíricas individuais da região homogênea.

#### 4. Análise de regressão

A regressão foi elaborada a partir do fator de adimensionalização  $\mu_j$  de cada estação  $j$  da região homogênea com as características da bacia, tais como áreas de drenagem, precipitação anual, declividade do canal principal, intensidade da chuva horária em  $T$  anos de recorrência, entre outras.

#### 5. Estimativa de um evento com um período de retorno qualquer

A partir da curva adimensional regional determinou-se o quantil associado a um período de retorno  $(X/\mu)T$ .

### 6.1.1 Resultados obtidos

#### Regiões homogêneas

Para as vazões mínimas, foram encontradas três regiões homogêneas na bacia do rio das Velhas, a saber:



### **REGIÃO MIN-A - Alto rio das Velhas**

Esta região compreende as nascentes do rio das Velhas até barra do ribeirão da Mata, exclusive, englobando as bacias dos rios Itabirito, Sabará e Arrudas, e prolonga-se na calha do rio das Velhas até a estação 41340000 - Ponte Raul Soares. Assim, as estimativas a serem realizadas para qualquer seção na calha do rio das Velhas a montante desta estação deverão utilizar a curva regional desta região.

### **REGIÃO MIN-B - Afluentes do médio rio das Velhas**

Trata-se de região formada exclusivamente pelas bacias que drenam os afluentes do rio das Velhas a partir do ribeirão da Mata até o rio Jequitibá, inclusive, englobando as bacias dos rios Taquaraçu e Jaboticatubas, entre outros.

### **REGIÃO MIN-C - Baixo rio das Velhas**

Esta região é representada pela bacia do rio São Francisco, a jusante da barragem de Três Marias, excluía a bacia do rio Abaeté e acrescida de toda a bacia do rio das Velhas, desde a barra do rio Jequitibá até a foz no rio São Francisco. Tal região estende-se para montante, na calha do rio das Velhas, até a estação 41340000 - Ponte Raul Soares. Assim, as estimativas a serem realizadas para qualquer localidade na calha do rio das Velhas a jusante desta estação deverão utilizar a curva regional desta região.

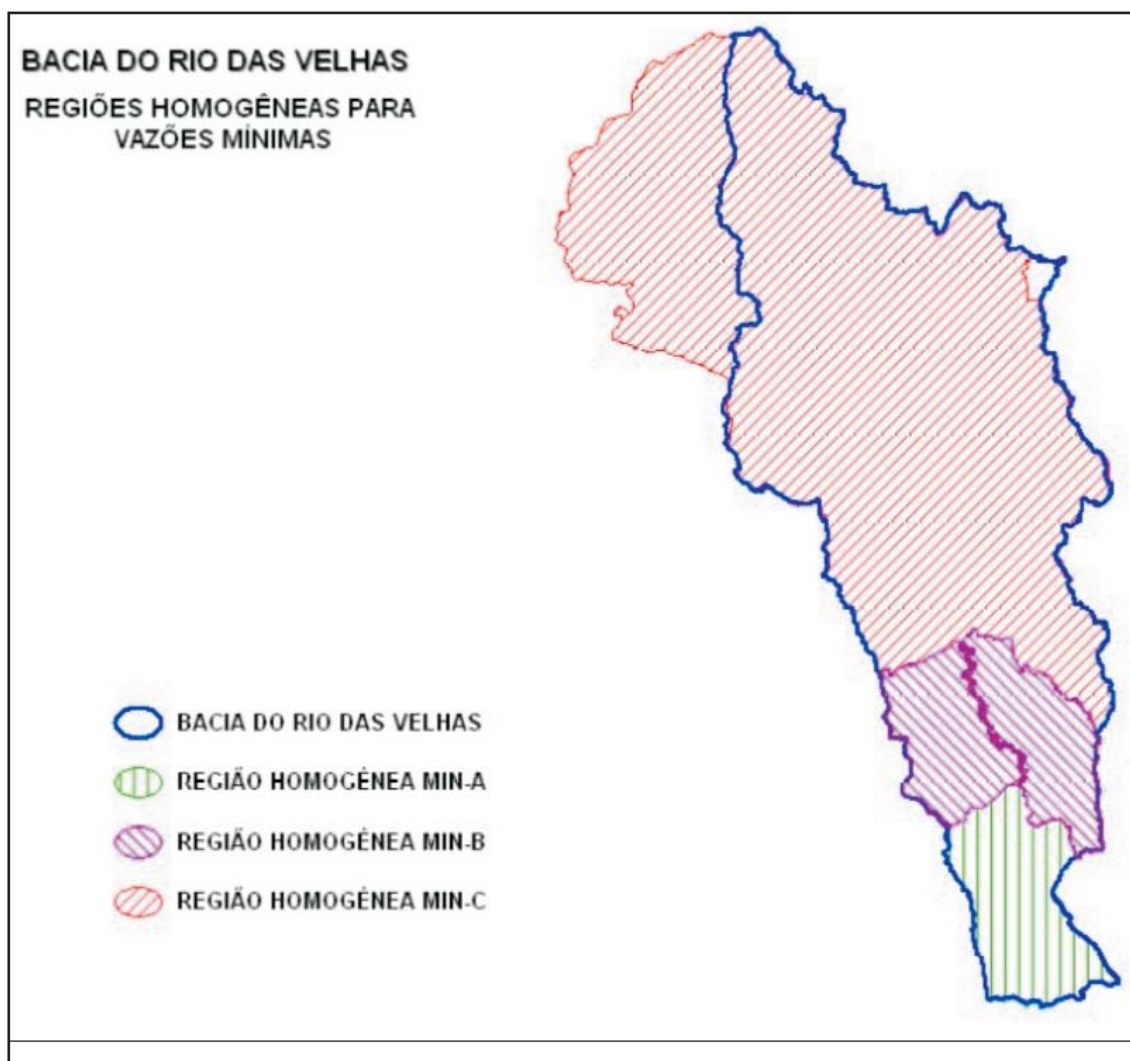


Figura 6: Localização geográfica de regiões homogêneas para vazões mínimas

### Distribuição de frequência regional

A distribuição de frequência regional utilizada foi a distribuição de Weibull (2P). A função densidade de probabilidade, a distribuição acumulada de Weibull e a função inversa são apresentadas, respectivamente, por meio das equações 1, 2 e 3:

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

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^k\right] \quad \text{eq. (2)}$$

$$x(F) = \alpha \left[-\ln(F)\right]^{1/k} \quad \text{eq. (3)}$$

Definida para  $x > 0$  e  $k, \alpha > 0$ , onde  $k$  e  $\alpha$  são os parâmetros de escala e de posição,  $\alpha > 0$ , onde  $k$  e respectivamente  $x$  é a vazão.

### Parâmetros regionais da distribuição de Weibull

Tabela 15 - Parâmetros regionais da distribuição de Weibull para o rio das Velhas para quantis de 7 dias de duração

Parâmetro	Regiões		
	MIN-A	MIN-B	MIN-C
k	5,550	3,4495	4,6057
$\alpha$	1,0847	1,1153	1,0953

### Quantis regionais adimensionais

Tabela 16 - Quantis adimensionais de vazão mínima de 7 dias de duração para as regiões homogêneas do rio das Velhas

Região	Período de Retorno (Anos)							
	1,01	2	5	10	20	25	50	100
MIN-A	1,429	1,015	0,828	0,723	0,635	0,61	0,537	0,474
MIN-B	1,737	1,003	0,722	0,581	0,471	0,441	0,36	0,294
MIN-C	1,527	1,011	0,791	0,672	0,575	0,547	0,469	0,403

### Equações regionais de regressão

1. REGIÃO MIN-A - Alto rio das Velhas e calha principal

$$Q_{\min-méd} = 0,0947 D^{0,0440} A^{0,6572} \quad (A > 330 \text{ km}^2) \quad \text{eq. (4)}$$

2. REGIÕES MIN-B e MIN-C - Afluentes do Médio e Baixo rio das Velhas

$$Q_{\min-méd} = 0,0015 D^{0,0656} A^{0,9300} P^{3,9979} \quad (A > 291 \text{ km}^2) \quad \text{eq. (5)}$$

onde,

$Q_{\text{min-med}}$  - média das vazões mínimas anuais ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

D - duração em dias

A - área de drenagem em  $\text{km}^2$

P - precipitação média anual (m)

### Aplicação dos resultados

Para cada região homogênea foi calculada a  $Q_{7,10}$  do ponto mais a jusante. Abaixo é mostrada, passo a passo, a forma de cálculo de vazões regionais mínimas para uma das regiões:

- Região:

Rio das Velhas na confluência com o ribeirão da Mata (Região MIN-A)

- Área:

Área de drenagem igual a  $2.954 \text{ km}^2$

- Quantil regional adimensionalizado das vazões mínimas referentes a um tempo de retorno de 10 anos

A partir da Equação 3 e dos valores apresentados na Tabela 15, tem-se:

$$F = P(X \leq x) = 1 - \frac{1}{Tr} = 1 - \frac{1}{10} = 0,90$$

$$x(F) = \alpha [-\ln(F)]^{1/k}$$

$$x(0,90) = 1,0847 [-\ln(0,90)]^{1/5,55} = 0,7231$$

Observação: Este valor pode ser obtido diretamente da Tabela 2.8.

- Média das vazões mínimas anuais

$$Q_{\text{min-méd}} = 0,0947 D^{0,0440} A^{0,6572}$$

$$Q_{\text{min-méd}} = 0,0947 \times 7^{0,0440} \times 2954^{0,6572} = 19,692 \text{ m}^3 / \text{s}$$

- Cálculo da  $Q_{7,10}$

$$Q_{7,10} = (X/\mu) \times \hat{\mu}$$

$$(X/\mu) = 0,7231$$

$$\hat{\mu} = 19,692$$

assim,

$$Q_{7,10} = 0,7231 \times 19,692 = 14,24 \text{ m}^3 / \text{s}$$

O mesmo procedimento foi aplicado às demais regiões, obtendo-se como resultado as vazões listadas a seguir:

Tabela 17 - Vazões de referência para a bacia do rio das Velhas

Região	Vazões de referência (m <sup>3</sup> /s)		
	Q <sub>7,10</sub>	Q <sub>acumulado</sub>	Q <sub>outorgável</sub>
MIN-A	14,24	14,24	4,27
MIN-B	7,51	21,75	6,53
MIN-C	24,79	46,54	13,96

## 6.2 Metodologia de regionalização de vazões de permanência

O estudo de regionalização de vazões de permanência realizado no trabalho da CPRM orientou-se pela metodologia proposta pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Os passos para a aplicação dessa metodologia são os seguintes:

1. Ordenação da série de vazões em ordem decrescente.
2. Definição dos intervalos de classe nos quais as vazões serão distribuídas. Esses intervalos devem ser diferentes, devido à grande amplitude verificada nos valores das vazões. Para utilizar intervalos iguais pode-se adotar uma escala logarítmica. A amplitude de classe pode ser calculada pela seguinte equação:

$$\Delta x = \frac{(\ln Q_{\max} - \ln Q_{\min})}{N} \quad \text{eq. (6)}$$

onde:

$\Delta x$  é a amplitude do intervalo

$Q_{\max}$  é o valor máximo da série

$Q_{\min}$  é o valor mínimo da série

$N$  é o número de intervalos escolhido

As classes são determinadas acrescentando-se  $\Delta x$  aos limites inferiores de cada classe a partir do valor mínimo observado da série, resultando para o intervalo superior da classe  $i$ :

$$Q_{i+1} = \exp[\ln(Q_i) + \Delta x] \quad \text{eq. (7)}$$

- Determinação da frequência de cada intervalo, que é dada por:

$$f_i(\%) = \frac{Nq_i}{NT} \times 100 \quad \text{eq. (8)}$$

onde:

$Nq_i$  é o número de vazões no intervalo  $i$

$NT$  é o número total de valores observados.

- Determinação da curva de permanência, plotando-se na abscissa os valores relativos

às probabilidades, que correspondem aos valores das frequências acumuladas das classes e, na ordenada, os valores das vazões correspondentes ao limite inferior de cada intervalo;

- Ajuste das curvas de permanência individuais de cada região homogênea a um modelo exponencial regional.

### 6.3.1 Resultados obtidos

#### Regiões homogêneas

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, com ênfase nos sistemas de aquíferos existentes e nos aspectos geológicos da região, que exercem grande influência sobre o regime dos cursos d'água. Obteve-se como resultado a definição de três regiões homogêneas, descritas abaixo:

#### Região CP 6 - Alto rio das Velhas:

Região que abrange toda a bacia do rio das Velhas até a estação 41340000 - Ponte Raul Soares, excluída a bacia do rio Taquaraçu.

#### Região CP 7 - Médio rio das Velhas:

Toda a região da bacia do rio das Velhas a jusante da estação 41340000 - Ponte Raul Soares, até a estação 41818000 - Santo Hipólito, incluída a bacia do rio Taquaraçu.

#### Região CP 8 - Baixo rio das Velhas:

Toda a área representada pela bacia do rio das Velhas a jusante de Santo Hipólito, acrescida de toda a área a jusante da barragem de Três Marias, excluída a bacia do rio Abaeté.

O mapa da Figura 7 mostra a localização geográfica de cada região homogênea

#### Equações regionais de regressão

a) Região CP6 - Alto rio das Velhas

$$Q_{50} = 0,027839A^{0,896631} \quad (A > 175 \text{ km}^2) \quad \text{eq. (9)}$$

$$Q_{95} = 0,023377A^{0,840143} \quad (A > 175 \text{ km}^2) \quad \text{eq. (10)}$$

b) Região CP7 - Médio rio das Velhas

$$Q_{50} = 0,007919A^{1,004344} \quad (A > 85 \text{ km}^2) \quad \text{eq. (11)}$$

$$Q_{95} = 0,001967A^{1,061523} \quad (A > 85 \text{ km}^2) \quad \text{eq. (12)}$$

c) Região CP8 - Baixo rio das Velhas

$$Q_{50} = 0,000635A^{1,238692}D^{0,037926} \quad (A > 547 \text{ km}^2) \quad \text{eq. (13)}$$

$$Q_{95} = 0,000178A^{1,388332}D^{0,609181} \quad (A > 547 \text{ km}^2) \quad \text{eq. (14)}$$

onde,



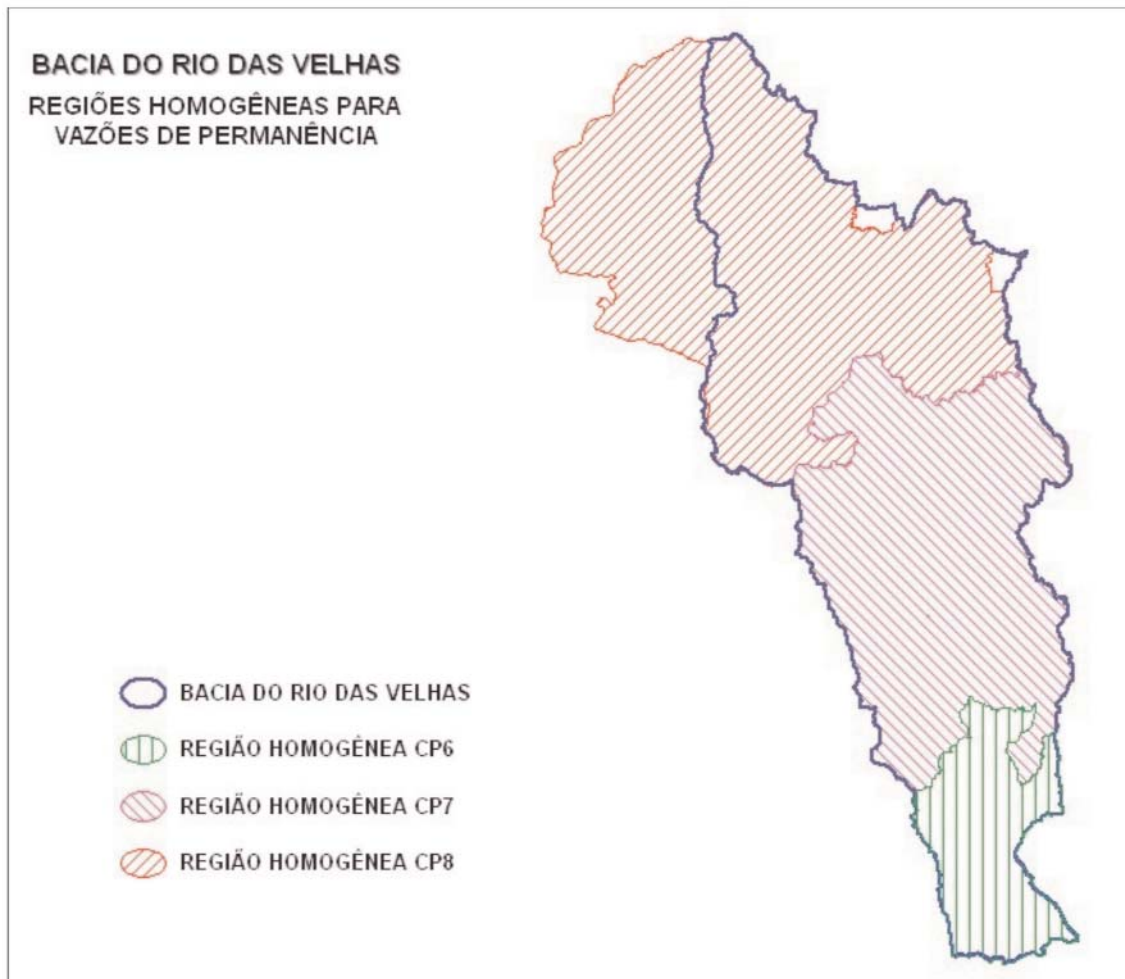


Figura 7 - Regiões homogêneas para vazões de permanência

$Q_{50}$  é vazão correspondente à permanência de 50%

$Q_{95}$  é vazão correspondente à permanência de 95%

A é a área de drenagem em  $\text{km}^2$

D é a densidade de drenagem em junções/ $\text{km}^2$

### Aplicação dos resultados

Para cada região homogênea foi calculada a  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$  do ponto mais a jusante. Abaixo é mostrado, passo a passo, a forma de cálculo de vazões regionais mínimas para as regiões:

- Área de drenagem

$$\text{CP6} = 3.661 \text{ km}^2$$

$$\text{CP7} = 12.310 \text{ km}^2$$

$$\text{CP8} = 12.119 \text{ km}^2 \text{ (somente dentro da bacia do rio das Velhas)}$$

- Cálculo da  $Q_{50}$  e da  $Q_{95}$  regional

A partir das Equações 9, 10, 11, 12, 13, 14 e das características físicas da bacia estudada calculou-se as vazões mostradas na Tabela 18.

Tabela 18 - Vazões características para as regiões homogêneas da bacia do rio das Velhas

Características	Região		
	Alto	Médio	Baixo
A (km <sup>2</sup> )	3.661	12.310	12.119
D (junções/ km <sup>2</sup> )	-	-	0,098
Q <sub>95</sub>	23,05	43,22	20,19
Q <sub>50</sub>	43,64	101,55	66,48

- Cálculo dos coeficientes a e b

Como pode ser visto no estudo hidrológico que antecipou esta complementação os coeficientes de regressão da curva exponencial podem ser calculados pelas seguintes relações:

$$a = - \frac{\ln\left(\frac{Q_{P_1}}{Q_{P_2}}\right)}{P_2 - P_1} \quad \text{eq. (15)}$$

$$b = \ln(Q_{P_1}) - P_1 \cdot a \quad \text{eq. (16)}$$

A partir dos dados da Tabela 18 e das Equações 15 e 16 tem-se:

Tabela 19 - Coeficientes a e b da regressão exponencial

Características	Região		
	Alto	Médio	Baixo
a	-1.4182	-1.8983	-2.6483
b	-4.4851	-5.5697	-5.5210

- Cálculo das vazões de permanência

A expressão que fornece a vazão em função da permanência e dos coeficientes a e b da Tabela 19 é:

$$Q = \exp(aP + b) \quad \text{eq. (17)}$$

onde

Q é a vazão em m<sup>3</sup>/s

P é a permanência entre 0 e 1

A Tabela 20 fornece os resultados obtidos e a Figura 8 mostra as curvas para cada região e para a bacia.

Tabela 20 - Vazões de permanência (m<sup>3</sup>/s) para cada região da bacia do rio das Velhas

Permanência (%)	Região			
	Alto	Médio	Baixo	total
10	76,96	217,00	191,75	485,71
20	66,78	179,48	147,14	393,40
30	57,95	148,45	112,90	319,31
40	50,29	122,78	86,63	259,71
50	43,64	101,55	66,48	211,67
60	37,87	84,00	51,01	172,88
70	32,86	69,47	39,14	141,48
80	28,52	57,46	30,03	116,01
90	24,75	47,53	23,05	95,32
95	23,05	43,22	20,19	86,46
100	21,47	39,31	17,68	78,47

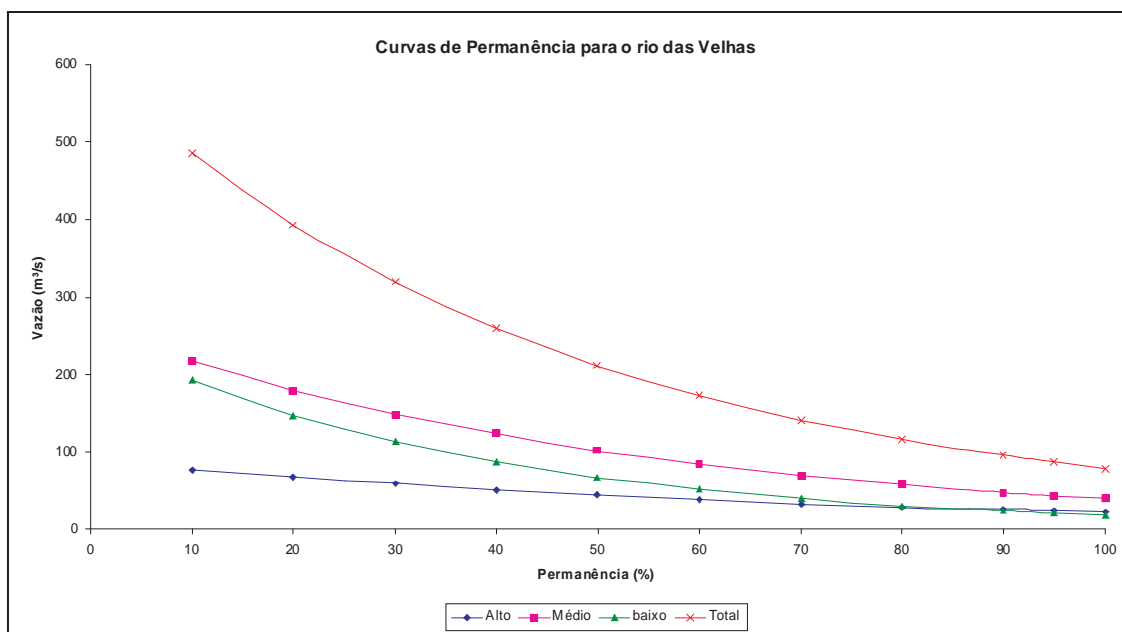


Figura 8 - Curvas de permanência para a bacia do rio das Velhas

## 7. DEMANDA HÍDRICA

### 7.1 Cenários de desenvolvimento e demanda hídrica

Para estabelecer um plano de gerenciamento de recursos hídricos, é necessário conhecer os diversos cenários de desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, de uso dos recursos hídricos. Por este motivo, foram elaborados estudos que definiram cenários de uso para a bacia até o ano de 2010. Esta seção traz uma compilação dos resultados alcançados pelo estudo "Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo 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 8 de maio de 2003.

### 7.2 Cenários utilizados

O estudo referenciado acima aponta três cenários de desenvolvimento para as principais bacias do sistema elétrico nacional, das quais faz parte a bacia do rio das Velhas:

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

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

terão se firmado, proporcionando o aumento da exportação de produtos originários do agro. O crédito seguirá sendo um obstáculo importante."

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

Considerando-se os aspectos acima, o estudo desenvolveu taxas anuais de crescimento econômico até o horizonte de 2010. A Tabela 21 apresenta as taxas por setor econômico.

Tabela 21 - Taxas anuais de crescimento econômico (%)

Uso	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>URBANO</b>							
Tendencial	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
Otimista	3,00	3,30	3,60	3,90	3,90	3,90	3,90
Ideal	3,25	4,00	4,30	4,50	4,50	4,50	4,50
<b>RURAL</b>							
Tendencial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otimista	0,01	0,01	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
<b>ANIMAL</b>							
Tendencial	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Otimista	0,66	0,67	0,73	0,78	0,78	0,78	0,78
Ideal	0,72	0,90	0,96	1,02	1,02	1,02	1,02
<b>INDUSTRIAL</b>							
Tendencial	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Otimista	1,02	1,30	1,60	1,81	1,81	1,81	1,81
Ideal	1,02	1,50	2,10	2,43	2,43	2,43	2,43
<b>IRRIGAÇÃO</b>							
Tendencial	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Otimista	2,20	2,70	3,30	3,90	4,50	4,50	4,50
Ideal	2,80	3,70	4,30	4,90	5,25	5,25	5,25

### 7.3 Análise da demanda por região homogênea

#### 7.3.1 Evolução da demanda

Tabela 22 - Evolução da demanda para a região CP6 (valores em m<sup>3</sup>/s)

REGIÃO CP6							
Uso	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>URBANO</b>							
Tendencial	10,092	10,381	10,679	10,983	11,301	11,625	11,959
Otimista	10,092	10,425	10,800	11,221	11,659	12,113	12,586
Ideal	10,092	10,495	10,947	11,439	11,954	12,492	13,054
<b>RURAL</b>							
Tendencial	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
Otimista	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
Ideal	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011

continua

Tabela 22 - Evolução da demanda para a região CP6 (valores em m<sup>3</sup>/s) - continuação

Uso	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>ANIMAL</b>							
Tendencial	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Otimista	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Ideal	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
<b>INDUSTRIAL</b>							
Tendencial	1,156	1,167	1,177	1,188	1,199	1,210	1,221
Otimista	1,156	1,171	1,190	1,211	1,233	1,256	1,278
Ideal	1,156	1,173	1,198	1,227	1,257	1,287	1,319
<b>IRRIGAÇÃO</b>							
Tendencial	0,054	0,055	0,056	0,057	0,058	0,060	0,061
Otimista	0,054	0,055	0,057	0,060	0,062	0,065	0,068
Ideal	0,054	0,056	0,058	0,061	0,064	0,068	0,071
<b>USO TOTAL</b>							
Tendencial	11,321	11,622	11,932	12,250	12,578	12,914	13,260
Otimista	11,321	11,670	12,066	12,511	12,973	13,453	13,951
Ideal	11,321	11,744	12,222	12,747	13,295	13,867	14,464

Tabela 23 - Evolução da demanda para a região CP7 (valores em m<sup>3</sup>/s)

REGIÃO CP7							
Uso	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>URBANO</b>							
Tendencial	0,383	0,394	0,406	0,417	0,429	0,441	0,454
Otimista	0,383	0,396	0,410	0,426	0,443	0,460	0,478
Ideal	0,383	0,399	0,416	0,454	0,454	0,474	0,496
<b>RURAL</b>							
Tendencial	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Otimista	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Ideal	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
<b>ANIMAL</b>							
Tendencial	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Otimista	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,027
Ideal	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026	0,027	0,027
<b>INDUSTRIAL</b>							
Tendencial	0,460	0,464	0,468	0,472	0,477	0,481	0,486
Otimista	0,460	0,466	0,473	0,482	0,490	0,499	0,508
Ideal	0,460	0,466	0,476	0,488	0,500	0,512	0,524
<b>IRRIGAÇÃO</b>							
Tendencial	1,268	1,293	1,319	1,345	1,372	1,400	1,428
Otimista	1,268	1,302	1,345	1,397	1,460	1,526	1,594
Ideal	1,268	1,315	1,371	1,438	1,514	1,593	1,677
<b>USO TOTAL</b>							
Tendencial	2,162	2,203	2,244	2,287	2,330	2,374	2,420
Otimista	2,162	2,215	2,280	2,357	2,445	2,537	2,633
Ideal	2,162	2,231	2,315	2,413	2,520	2,632	2,750



Tabela 24 - Evolução da demanda para a região CP8 (valores em m³/s)

REGIÃO CP8							
Uso	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>URBANO</b>							
Tendencial	2,442	2,512	2,584	2,658	2,735	2,813	2,894
Otimista	2,442	2,523	2,613	2,715	2,821	2,931	3,045
Ideal	2,442	2,540	2,649	2,768	2,893	3,023	3,159
<b>RURAL</b>							
Tendencial	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Otimista	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ideal	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>ANIMAL</b>							
Tendencial	1,001	1,007	1,012	1,017	1,023	1,028	1,034
Otimista	1,001	1,008	1,015	1,023	1,031	1,039	1,047
Ideal	1,001	1,010	1,020	1,030	1,041	1,052	1,062
<b>INDUSTRIAL</b>							
Tendencial	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Otimista	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ideal	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>IRRIGAÇÃO</b>							
Tendencial	<u>1,268</u>	1,293	1,319	1,345	1,372	1,400	1,428
Otimista	<u>1,268</u>	1,302	1,345	1,397	1,460	1,526	1,594
Ideal	<u>1,268</u>	1,315	1,371	1,438	1,514	1,593	1,677
<b>USO TOTAL</b>							
Tendencial	2,162	2,203	2,244	2,287	2,330	2,374	2,420
Otimista	2,162	2,215	2,280	2,357	2,445	2,537	2,633
Ideal	2,162	2,231	2,315	2,413	2,520	2,632	2,750

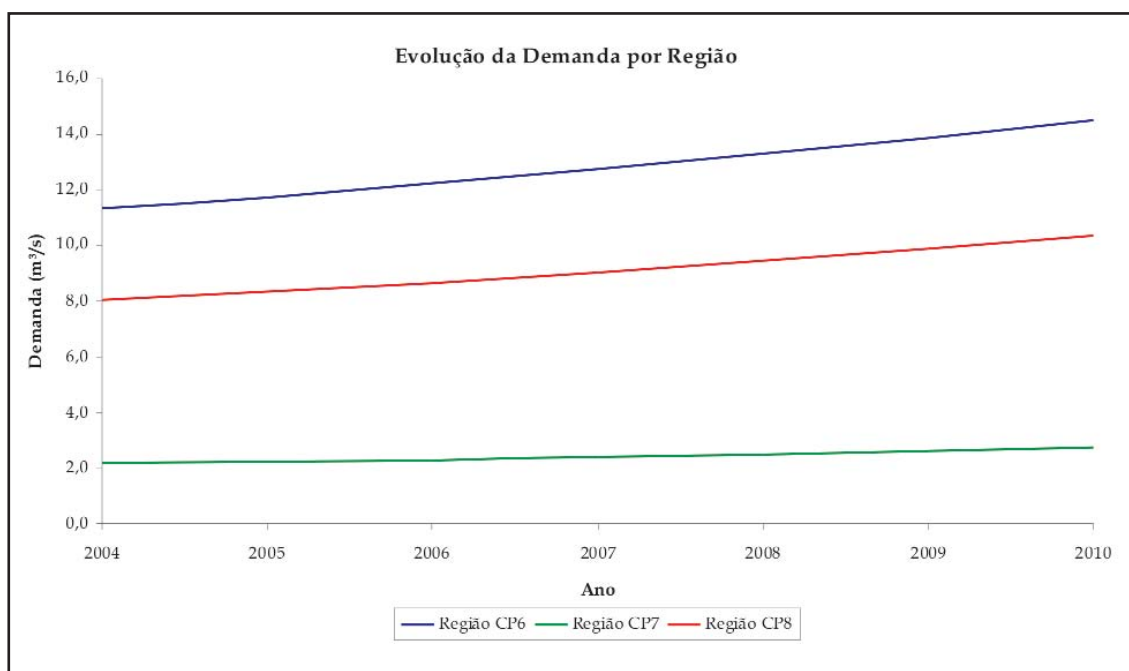


Figura 9 - Evolução da demanda por região

### 7.3.2 Comparativo entre a demanda e a disponibilidade hídrica calculada pela Q<sub>95</sub>

Tabela 25 - Porcentagem da Q<sub>95</sub> consumida em cada região pelo cenário ideal (mais crítico)

Região	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>URBANO</b>							
CP6	43,78	45,53	47,49	49,63	51,86	54,19	56,63
CP7	0,89	0,92	0,96	1,01	1,05	1,10	1,15
CP8	12,09	12,58	13,12	13,71	14,33	14,97	15,65
<b>RURAL</b>							
CP6	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CP7	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
CP8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ANIMAL</b>							
CP6	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
CP7	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
CP8	4,96	5,00	5,05	5,10	5,16	5,21	5,26
<b>INDUSTRIAL</b>							
CP6	5,02	5,09	5,20	5,32	5,45	5,59	5,72
CP7	1,06	1,08	1,10	1,13	1,16	1,18	1,21
CP8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>IRRIGAÇÃO</b>							
CP6	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,29	0,31
CP7	2,93	3,04	3,17	3,33	3,50	3,69	3,88
CP8	22,82	23,67	24,68	25,89	27,25	28,68	30,19
<b>USO TOTAL</b>							
CP6	49,11	50,95	53,02	55,30	57,68	60,16	62,75
CP7	5,00	5,16	5,36	5,58	5,83	6,09	6,36
CP8	39,89	41,26	42,87	44,72	46,75	48,88	51,11

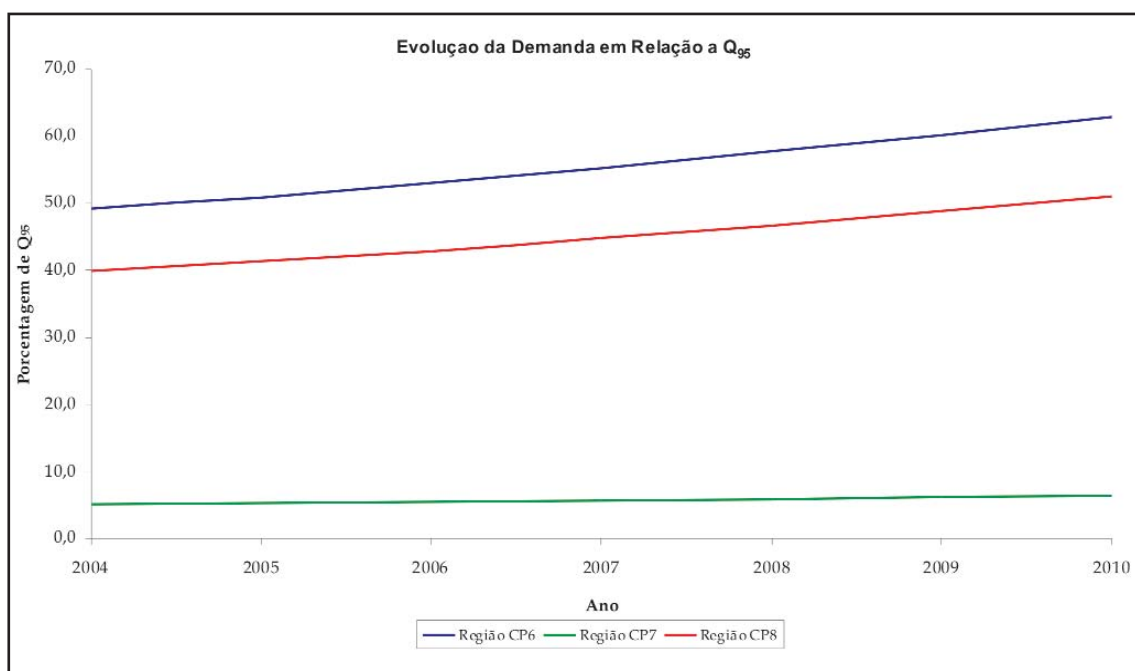


Figura 10 - Evolução do uso da água considerando-se vazões de permanência de 95%

O gráfico da Figura 10 mostra a evolução da demanda na situação mais crítica (Cenário Ideal).

#### 7.4 Conclusão

Verifica-se pelos dados acima que as vazões de demanda, em sua maioria, ultrapassam os limites máximos outorgáveis, sob o critério de disponibilidade aplicado em Minas Gerais (30%  $Q_{7,10}$ ).

Dessa forma, compreende-se que o critério de outorga deve ser reavaliado, de modo a compatibilizar as necessidades da bacia (demanda) com as necessidades ambientais dos cursos d'água (vazão mínima ecológica). Além disso, as vazões de demanda apresentadas não constituem a realidade do consumo de água na bacia. Para a determinação do consumo de água real é necessário levar em consideração as vazões retornadas por setor. O estudo do ONS estimou o retorno de água para cada setor da seguinte forma:

Setor de abastecimento urbano - retorno de 80%

Setor de abastecimento rural - retorno de 80%

Setor de consumo animal - retorno de 80%

Setor de abastecimento industrial - retorno de 80%

Setor de irrigação - retorno de 20%

Considerando-se estes retornos, o consumo real de água apresenta-se da seguinte forma:

Tabela 26 - Consumo de água na bacia considerando-se os retornos

Região	Ano						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>URBANO</b>							
CP6	8,07	8,40	8,76	9,15	9,56	9,99	10,44
CP7	0,31	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,40
CP8	1,95	2,03	2,12	2,21	2,31	2,42	2,53
<b>RURAL</b>							
CP6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CP7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
CP8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ANIMAL</b>							
CP6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CP7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
CP8	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85
<b>INDUSTRIAL</b>							
CP6	0,92	0,94	0,96	0,98	1,01	1,03	1,05
CP7	0,37	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42
CP8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>IRRIGAÇÃO</b>							
CP6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CP7	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34
CP8	0,92	0,96	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22
<b>USO TOTAL</b>							
CP6	9,02	9,36	9,74	10,16	10,60	11,05	11,53
CP7	0,97	1,00	1,03	1,07	1,11	1,15	1,19
CP8	3,68	3,80	3,93	4,09	4,25	4,42	4,60

## 8. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A água subterrânea consiste em componente do ciclo hidrológico que infiltra nos solos, formando os aquíferos. Devido à sua boa qualidade em geral, é um componente de grande importância para o abastecimento público. Cerca de 47% dos municípios inseridos na bacia do rio das Velhas utilizam o manancial subterrâneo como praticamente única fonte de abastecimento e, em outros 19%, 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 17% da água consumida na bacia atualmente.

Além disso, as reservas subterrâneas têm natureza transitória, sendo parte integrante do processo global de circulação hídrica. A sua exploração, em qualquer proporção, afeta os demais corpos armazenadores d'água, entre eles os cursos d'água superficiais, e vice-versa. Evidentemente, dentro de certos limites, esse efeito pode ser considerado como tolerável ou insignificante. Contudo, a superexploração ou modificação da sua qualidade pode comprometer o equilíbrio geral do sistema, causando prejuízos econômicos, ambientais e sociais.

O conhecimento da hidrogeologia é, portanto, elemento essencial para a gestão integrada dos recursos hídricos.

### 8.1 Unidades aquíferas

Os aquíferos são formações geológicas com capacidade de acumular e transmitir água através de seus 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:

1. 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 detriticas e manto de alteração;
2. 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;
3. Aquíferos cárstico-fissurados - correspondem aos depósitos de rochas pelíticas associadas às carbonáticas;
4. 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 das Velhas, incluem as rochas pelíticas, quartzíticas, xistosas e gnáissicas ou graníticas.

Souza (1995) subdivide estes grandes grupos no Estado de Minas Gerais em dez sistemas aquíferos segundo a sua composição litológica, independentemente de sua área de ocorrência ou idade. Na bacia do rio das Velhas, ocorrem oito dos dez sistemas aquíferos identificados no Estado de Minas Gerais. A Tabela 27 apresenta o contexto dos sistemas aquíferos existentes na bacia do rio das Velhas, bem como as unidades litoestratigráficas que os constituem. A distribuição desses sistemas na bacia é apresentada na Figura 11.

Tabela 27 - Sistemas aquíferos da bacia do rio das Velhas

Tipo de aquífero	Sistema aquífero	Unidades litoestratigráficas	
Granular	Aluvial	AL	
	Coberturas Detríticas	TQ	
Cárstico	Carbonático	BSL, BLJ, MIT	
Cárstico-fissurado	Pelítico-carbonático	BP	
Fraturado	Pelítico	ERP, BTM, FO	
	Quartzítico	ECP, ECB, EGM, EI, EIF, MTB, MIC, MIP, RVM, IT	
	Xistoso	ES, ESR, EBA, JE, MI, RVNL, RP, RVQO	
	Gnáissico-granítico	BA, BHI, $\beta$ , $\alpha$ , GO	
Simbologia litoestratigráfica adotada			
AL	Aluviões	FO	Formação Fonseca
BA	Complexo Bação	$\beta$	Granitos Intrusivos
BHI	Complexo Belo Horizonte	$\gamma$	Granitos Intrusivos
BLJ	Grupo Bambuí - F. Lagoa do Jacaré	GO	Complexo Gouveia
BP	Grupo Bambuí - Indiviso	IT	Grupo Itacolomi
BSL	Grupo Bambuí - F. Sete Lagoas	JE	Formação. Jequitaiá
BTM	Grupo Bambuí - F. Três Marias	MI	Supergrupo Minas Indiviso
EBA	Sup. Espinhaço - F. Cor. Bandeira	MIC	Sup. Minas - Grupo Caraça
ECB	Sup. Espinhaço - F. Cór. dos Borges	MIP	Sup. Minas - Grupo Piracicaba
ECP	Sup. Espinhaço - F. Cór. Pereira	MIT	Sup. Minas - Grupo Itabira
EGM	Sup. Espinhaço - F. Galho do Miguel	MTB	Grupo Macaúbas - F. Terra Branca
EI	Grupo Diamantina Indiviso	RP	Supergrupo Rio Paraúna
EIF	Fs. S. J. Chapada e Sopa -Brumadinho	RVM	Sup. Rio das Velhas G. Maquiné
ERP	Sup. Espinhaço - F. Rio Pardo Grande	RVNL	Sup. Rio das Velhas G. Nova Lima
ES	Grupo Conselheiro Mata Indiviso	RVQO	Sup. Rio das Velhas G. Quebra -Osso
ESR	Sup. Espinhaço - F. Santa Rita	TQ	Coberturas Detríticas

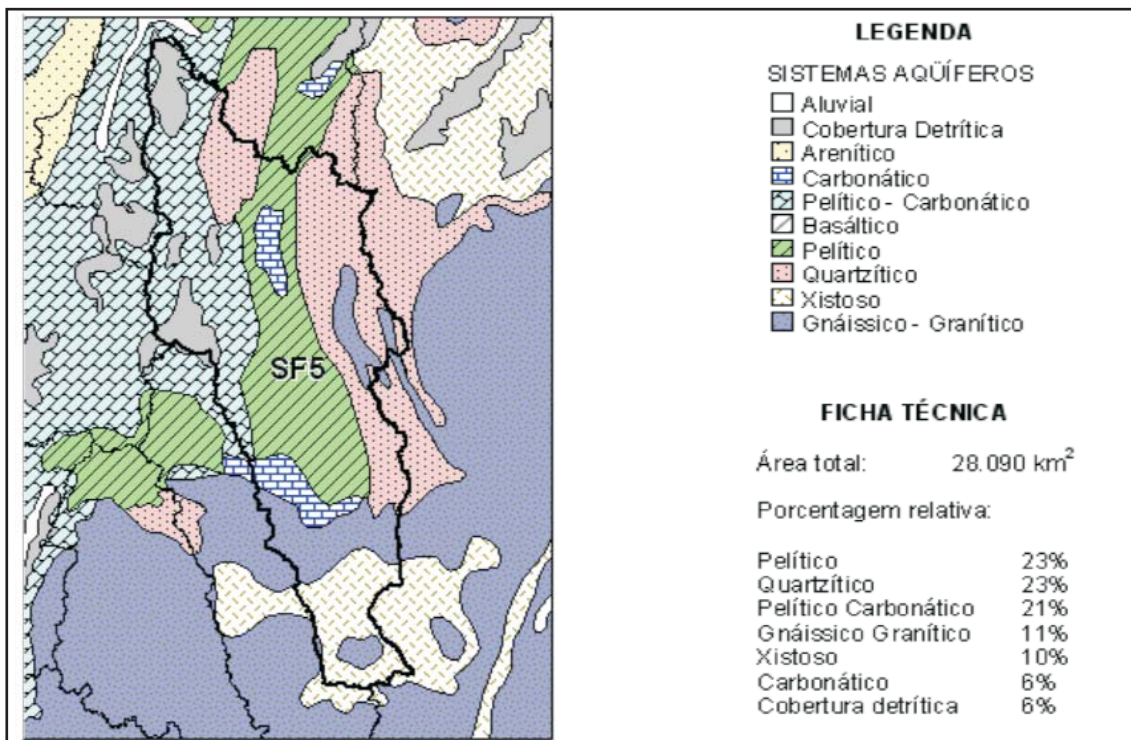


Figura 11 - Principais sistemas aquíferos existentes na bacia do rio das Velhas



## 8.2 Disponibilidades hídricas subterrâneas

A determinação da disponibilidade hídrica subterrânea depende das propriedades hidráulicas do aquífero, que definem a capacidade de produção dos poços, e, ainda, 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 etc.

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 isto, o reconhecimento das potencialidades de produção dos aquíferos não pode ser obtido, apenas, por meio das indicações de tais parâmetros. Parte do volume de água deve ser mantida para a alimentação dos cursos d'água; disto decorrem 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. Este conceito é relativamente controverso, uma vez que há inúmeros fatores que atuam para acarretar ou minimizar os efeitos indesejáveis, tais como tipo e distribuição espacial da exploração, se ocorrem trabalhos de recarga, o tipo de agricultura, o retorno das águas usadas o que se entende e se calcula por indesejável, dentre outros.

Alguns autores consideram que os valores entendidos e adotados como reservas exploráveis não poderiam, jamais, 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. Neste caso, haveria uma redução contínua das reservas permanentes, podendo chegar à sua depleção. Na verdade, a determinação das reservas exploráveis de um aquífero deve levar em consideração a sua realidade única, em um contexto não apenas físico, mas também socioeconômico.

A gestão dos recursos hídricos deve satisfazer um conjunto de objetivos associados aos diversos usos da água, envolvendo uma análise dos custos e benefícios presentes e futuros da sua utilização. Em alguns casos, pode-se admitir a exploração das reservas permanentes até mesmo à sua depleção. Em outros, pode haver necessidade de preservação total dos recursos hídricos. 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 igualam-se 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, admite-se neste estudo 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 e Martins Neto, 2001, apud Ramos e Paixão, 2003). Considerando-se como valor médio para as reservas exploráveis uma faixa entre 25% e 40% das reservas renováveis (Ramos e Paixão), adotou-se neste trabalho um valor conservador de 25% da reserva renovável como reserva explorável, a fim de manter cerca de 75% do escoamento de base nos corpos d'água superficiais na época de estiagem, obtendo-se assim os valores anuais a serem explorados.

Ressalta-se, no entanto, que o critério para outorga de água subterrânea deve ser estabelecido para cada bacia, levando em consideração as suas características únicas e os objetivos de sua gestão. Atualmente, o critério existente para outorga de água subterrânea é baseado na capacidade de produção do poço informada. Recomenda-se, portanto, que este critério seja revisto, a fim de considerar os efeitos da exploração das águas subterrâneas na diminuição das vazões superficiais, garantindo assim a manutenção das vazões mínimas exigidas.

Existem vários métodos para quantificar as reservas renováveis. Neste estudo, foram adotados os valores calculados em trabalho do Governo de Estado de Minas Gerais, de 1999, denominado "Instrumentos de gestão - Preparação dos modelos de planejamento: Seção C" (Produto C1), utilizando o método de separação dos escoamentos superficial e subterrâneo a partir dos hidrogramas gerados para nove estações fluviométricas localizadas ao longo da calha do rio das Velhas, cuja localização é apresentada na Figura 12.

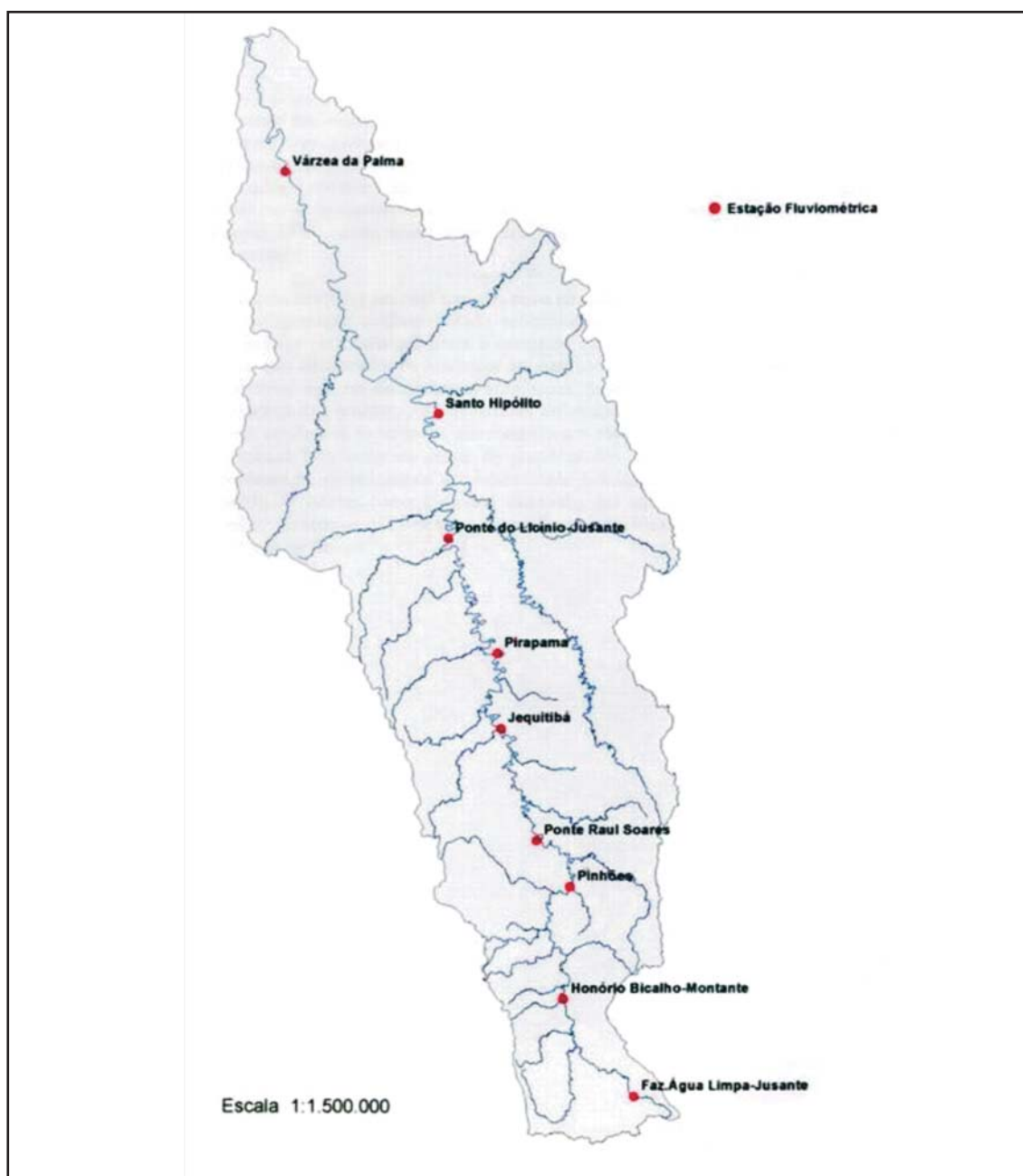


Figura 12 - Rede fluviométrica do rio das Velhas

Por meio do procedimento adotado, foram calculados os valores das reservas reguladoras para cada sub-bacia a montante da estação considerada. A tabela 28 apresenta um resumo desses valores, bem como a quantificação das reservas exploráveis. Ressalta-se que o valor estipulado, equivalente a 25% das reservas renováveis, é um valor arbitrário, conservador e genérico, que pode e deve ser modificado em função das demandas específicas de cada sub-bacia. A Tabela apresenta também uma estimativa média das vazões totais captadas em cada sub-bacia em mananciais subterrâneos para os anos 2004 e 2010. Essas vazões foram extraídas de estudo do Governo de Estado de Minas Gerais, de 1998, denominado "Instrumentos de gestão - Preparação dos modelos de simulação: modelo de simulação hidrológica" (Produto B2.1), e extrapoladas para os anos de 2004 e 2010 utilizando-se a mesma metodologia definida no trabalho "Instrumentos de gestão - Preparação dos modelos de planejamento: Seção C" (Produto C1).

Tabela 28 - Distribuição dos volumes anuais renováveis e descargas subterrâneas específicas por sub-bacia

Nome	Vol. anual renovável (m <sup>3</sup> /ano)	Vol. anual explorável (m <sup>3</sup> /ano)	Captação de águas subterrâneas em 2004 (m <sup>3</sup> /ano)	Captação de águas subterrâneas em 2010 (m <sup>3</sup> /ano)
1. Água Limpa	5,78 x 10 <sup>7</sup>	1,45 x 10 <sup>7</sup>	1,53 x 10 <sup>5</sup>	1,86 x 10 <sup>5</sup>
2. Honório Bicalho	5,16 x 10 <sup>8</sup>	1,29 x 10 <sup>8</sup>	6,63 x 10 <sup>6</sup>	8,02 x 10 <sup>6</sup>
3. Pinhões	4,98 x 10 <sup>8</sup>	1,25 x 10 <sup>8</sup>	2,89 x 10 <sup>7</sup>	3,63 x 10 <sup>7</sup>
4. Ponte Raul Soares	1,11 x 10 <sup>8</sup>	2,78 x 10 <sup>7</sup>	1,69 x 10 <sup>6</sup>	2,06 x 10 <sup>6</sup>
5. Jequitibá	2,10 x 10 <sup>8</sup>	5,25 x 10 <sup>7</sup>	1,22 x 10 <sup>7</sup>	1,63 x 10 <sup>7</sup>
6. Pirapama	1,53 x 10 <sup>8</sup>	3,83 x 10 <sup>7</sup>	3,83 x 10 <sup>7</sup>	4,68 x 10 <sup>7</sup>
7. Ponte do Licínio	1,26 x 10 <sup>8</sup>	3,15 x 10 <sup>7</sup>	1,21 x 10 <sup>7</sup>	1,48 x 10 <sup>7</sup>
8. Santo Hipólito	8,17 x 10 <sup>8</sup>	2,04 x 10 <sup>8</sup>	3,31 x 10 <sup>6</sup>	4,05 x 10 <sup>6</sup>
9. Várzea da Palma	8,10 x 10 <sup>8</sup>	2,03 x 10 <sup>8</sup>	1,45 x 10 <sup>7</sup>	1,79 x 10 <sup>7</sup>
TOTAL	3,30 x 10 <sup>9</sup>	8,25 x 10 <sup>8</sup>	1,19 x 10 <sup>8</sup>	1,46 x 10 <sup>8</sup>

A partir destes dados, verifica-se que as reservas exploráveis consideradas, de 8,25 x 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/ano (26,2 m<sup>3</sup>/s), são maiores que as disponibilidades hídricas superficiais outorgáveis atualmente em Minas Gerais, que correspondem a 14,7 m<sup>3</sup>/s. No entanto, a exploração dessas reservas não pode ser feita de modo indiscriminado, pois isto pode influenciar o regime de vazões mínimas do escoamento superficial ou provocar outros efeitos indesejáveis localmente. A identificação destes efeitos só pode ser realizada por meio de estudos criteriosos e específicos para cada área, considerando a sua caracterização hidrológica, hidrogeológica, as relações entre ambas, as características de todos os pontos de captação de água existentes e futuros e todos os demais fatores que possam influenciar o regime hídrico.

Comparando-se as disponibilidades e as demandas hídricas subterrâneas projetadas,

verifica-se que, mesmo utilizando um valor conservador de apenas 25 % das reservas renováveis como explotáveis, a disponibilidade hídrica subterrânea supera as demandas projetadas para o ano de 2010, à exceção da sub-bacia a montante da estação Pirapama. Nesta região, que engloba parte dos Municípios de Sete Lagoas, Funilândia, Jequitibá, Araçaí, Cordisburgo e Santana de Pirapama, os mananciais subterrâneos representam praticamente 100% do abastecimento público, e as demandas igualar-se-iam às reservas renováveis.

Os municípios ao norte estão localizados, predominantemente, nos sistemas aquíferos pelíticos do Grupo Bambuí (Formação Três Marias), com baixa disponibilidade hídrica subterrânea; entretanto, também possuem baixas demandas hídricas. Sete Lagoas e Funilândia localizam-se sobre os sistemas aquíferos carbonáticos, com elevada disponibilidade hídrica subterrânea. Todavia, a demanda da cidade de Sete Lagoas é bastante elevada, sendo a segunda maior na bacia do rio das Velhas, após Belo Horizonte. Devido à constatação dessas situações tão distintas, não é possível afirmar se há efeitos adversos devido à exploração de águas subterrâneas.

Em relação à sub-bacia denominada JEQ-01-00, onde se localiza o Município de Sete Lagoas, recomenda-se seja realizado estudo específico, podendo ser considerada a possibilidade de exploração de uma porcentagem maior das reservas renováveis e um controle maior na gestão das águas subterrâneas, a fim de avaliar e evitar a possibilidade de superexploração dos aquíferos.

A fim de padronizar as regiões de trabalho, as sub-bacias anteriores foram agrupadas segundo as mesmas regiões homogêneas para vazões de permanência definidas pelos estudos hidrológicos. Essas regiões são:

#### **Região CP 6 - Alto rio das Velhas**

Região que abrange toda a bacia do rio das Velhas até a estação 41340000 - Ponte Raul Soares, excluída a bacia do rio Taquaraçu.

#### **Região CP 7 - Médio rio das Velhas**

Toda a região da bacia do rio das Velhas, a jusante da estação 41340000 - Ponte Raul Soares, até a estação 41818000 - Santo Hipólito, e que inclui a bacia do rio Taquaraçu.

#### **Região CP 8 - Baixo rio das Velhas**

Toda a área representada pela bacia do rio das Velhas a jusante de Santo Hipólito, somada a toda área a jusante da barragem de Três Marias, excluindo-se a bacia do rio Abaeté.

Agrupando-se as sub-bacias anteriores nas regiões homogêneas, obtêm-se os valores de disponibilidade e demanda hídrica subterrânea nas regiões do alto, médio e baixo rio das Velhas, conforme apresentado na tabela 29. Nessa escala de trabalho, comparando-se as disponibilidades e as demandas hídricas subterrâneas projetadas, verifica-se que, mesmo utilizando-se um valor conservador de apenas 25 % das reservas renováveis como explotáveis, a disponibilidade hídrica subterrânea supera as demandas projetadas para 2010.

Ressalta-se que as ponderações acima 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. Os efeitos, tanto na qualidade como na quantidade de um determinado uso das águas subterrâneas, devem ser avaliados em escala local e apresentados por ocasião da solicitação da outorga.

Tabela 29 - Distribuição dos volumes anuais renováveis e descargas subterrâneas específicas nas regiões homogêneas

Nome	Vol. anual renovável (m <sup>3</sup> /ano)	Vol. anual explorável (m <sup>3</sup> /ano)	Captação de águas subterrâneas em 2004 (m <sup>3</sup> /ano)	Captação de águas subterrâneas em 2010 (m <sup>3</sup> /ano)
Região CP 6 - Alto rio das Velhas	1,18 x 10 <sup>9</sup>	2,96 x 10 <sup>8</sup>	3,74 x 10 <sup>7</sup>	4,66 x 10 <sup>7</sup>
Região CP 7 - Médio rio das Velhas	1,31 x 10 <sup>9</sup>	3,26 x 10 <sup>8</sup>	6,59 x 10 <sup>7</sup>	8,20 x 10 <sup>7</sup>
Região CP 8 - Baixo rio das Velhas	8,10 x 10 <sup>8</sup>	2,03 x 10 <sup>8</sup>	1,45 x 10 <sup>7</sup>	1,79 x 10 <sup>7</sup>
TOTAL	3,30 x 10 <sup>9</sup>	8,25 x 10 <sup>8</sup>	1,19 x 10 <sup>8</sup>	1,46 x 10 <sup>8</sup>

## 9. DISPONIBILIDADE HÍDRICA QUALITATIVA

A disponibilidade hídrica em termos qualitativos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio das Velhas e de seus principais afluentes foi avaliada considerando-se o Índice de Qualidade das Águas - IQA, a Contaminação por Tóxicos - CT, Ensaio Ecotoxicológicos, as frequências de violações dos parâmetros de qualidade quanto aos limites da legislação estadual e o biomonitoramento.

Esta avaliação utilizou dados fornecidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, no âmbito do Projeto Águas de Minas, abordando a série histórica no período de 1997 a 2003, assim como o estudo do Programa Nacional do Meio Ambiente - PNMAII que, por tratar-se de rede de monitoramento mais recente, forneceu dados sobre o ano de 2003. Ambas as redes de monitoramento são operadas pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC. No que toca ao biomonitoramento, também foram utilizados os resultados do trabalho desenvolvido pelo Projeto Manuelzão (Laboratório Ecologia de Bentos, Depto. Biologia Geral, ICB/UFMG) no ano de 2003 no trecho alto da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

Considerou-se a evolução espacial e temporal dos parâmetros monitorados, confrontando-os com os limites estabelecidos na legislação ao longo de toda a bacia do rio das Velhas.

A descrição das estações de amostragem é apresentada na Tabela 30.

Tabela 30 - Sistemas aquíferos da bacia do rio das Velhas

Código	Descrição	Coordenadas utm	
AV005	Rio das Velhas a montante de São Bartolomeu	7.753.142	648.719
AV010	Rio das Velhas a jusante do ribeirão do Funil	7.754.204	644.614
AV020	Rio Maracujá a montante da confluência do córrego dos Padres	7.757.706	634.860
AV030	Represa Rio de Pedras – Corpo da barragem	7.764.457	632.593
BV013/AV040	Rio das VELHAS logo a montante da foz do Rio Itabirito	7.765.067	630.940
AV050	Ribeirão do Silva a montante do córrego das Almas	7.748.112	614.977
AV070	Ribeirão Mata Porcos próximo de sua confluência com o ribeirão Sardinha	7.756.053	624.766
AV060	Ribeirão Carioca a montante de sua confluência com o ribeirão Mata Porcos	7.752.939	626.829
AV080	Rio Itabirito a montante de Itabirito	7.757.247	625.128
AV090	Córrego Carioca a montante da cidade de Itabirito	7.759.697	623.068
AV100	Córrego da Onça a montante do rio Itabirito	7.763.238	624.919
BV035/AV110	Rio ITABIRITO a jusante do córrego Cata Branca	7.762.410	624.908
AV120	Córrego Moleque a montante do rio Itabirito	7.768.007	623.904
AV140	Córrego Fazenda Velha a montante do rio das Velhas.	7.771.860	626.018
BV037/AV130	Rio das VELHAS logo a jusante da foz do rio Itabirito	7.772.821	626.196
AV150	Ribeirão Congonhas a montante da represa das Codornas	7.767.946	615.873



Código	Descrição	Coordenadas utm	
AV160	Corpo da barragem Lagoa Grande	7.768.538	610.512
AV170	Córrego Lagoa Grande a montante da represa das Codornas	7.768.868	612.178
AV180	Lagoa das Codornas	7.769.834	615.938
AV190	Ribeirão Capitão da Mata a montante do rio do Peixe	7.773.002	615.755
AV200	Rio do Peixe a montante do rio das Velhas	7.774.310	618.189
BV139/AV210	Rio das VELHAS a montante da ETA/COPASA – Bela Fama	7.778.301	626.553
AV220	Córrego Fechos na barragem principal	7.780.101	608.257
AV240	Córrego Seco na captação Fechos	7.780.861	609.463
AV230	Córrego Fechos na barragem auxiliar	7.780.859	608.506
AV250	Ribeirão Macacos a montante do rio das Velhas	7.785.099	622.644
AV260	Rio das Velhas em Bela Fama – alça direita	7.785.976	622.508
AV270	Rio das Velhas em Bela Fama – alça esquerda	7.787.174	622.255
AV280	Córrego Mutuca na captação Mutuca – barragem principal	7.786.976	607.910
AV290	Córrego Mutuca na captação Mutuca – barragem auxiliar	7.787.139	607.880
AV300	Córrego da Barragem em Nova Lima	7.790.627	619.026
BV062/AV310	Ribeirão ÁGUA SUJA próximo de sua foz no rio das Velhas	7.790.108	623.005
AV320	Córrego da Mina a montante do rio das Velhas	7.790.385	623.367
BV063/AV330	Rio das VELHAS logo a jusante do ribeirão Água Suja	7.789.868	623.714
AV345	Ribeirão da Prata a montante da cidade de Raposos	7.790.979	625.961
AV340	Ribeirão da Prata a montante do rio das Velhas	7.790.917	625.949
BV067/AV350	Rio das Velhas a montante do ribeirão Sabará	7.797.309	623.743
BV076	Ribeirão SABARÁ próximo de sua foz no rio das Velhas	7.801.088	625.094
BV155	Ribeirão ARRUDAS próximo de sua foz no rio das Velhas	7.800.241	618.347
BV083	Rio das VELHAS logo a jusante do ribeirão Arrudas	7.804.711	618.671
BV154	Ribeirão do ONÇA próximo de sua foz no rio das Velhas	7.806.112	612.646
BV105	Rio das VELHAS logo a jusante do ribeirão do Onça	7.810.183	618.301
BV160	Ribeirão das NEVES próximo de sua foz no ribeirão da Mata	7.829.200	601.095
BV130	Ribeirão da MATA próximo de sua foz no rio das Velhas	7.821.324	617.035
BV153	Rio das VELHAS a jusante do ribeirão da Mata	7.821.277	624.023
BV135	Rio TAQUARAÇU próximo de sua foz no rio das Velhas	7.821.277	624.023
BV137	Rio das VELHAS na Ponte Raul Soares	7.839.002	615.188
BV156	Rio das VELHAS logo a jusante do rio Jaboticatubas	7.867.735	603.617

Código	Descrição	Coordenadas utm	
BV140	Ribeirão JEQUITIBÁ próximo de sua foz no rio das Velhas	7.870.952	600.004
BV141	Rio das VELHAS na cidade de Santana de Pirapama	7.896.739	600.886
BV161	Ribeirão SANTO ANTÔNIO próximo de sua foz no rio das Velhas	7.929.913	580.727
BV142	Rio das VELHAS a montante da foz do rio Paraúna	7.934.642	583.129
BV162	Rio CIPÓ a montante da foz do rio Paraúna	7.933.695	605.129
BV143	Rio PARAÚNA próximo de sua foz no rio das Velhas	7.937.288	600.138
BV152	Rio das VELHAS entre os rios Paraúna e Pardo Grande	7.975.375	579.935
BV146	Rio das VELHAS a jusante do rio Pardo Grande	7.985.656	567.934
BV147	Rio BICUDO próximo de sua foz no rio das Velhas	7.995.456	548.721
BV148	Rio das VELHAS na cidade de Várzea da Palma	8.052.716	531.593
BV149	Rio das VELHAS – Guaicuí	8.096.953	518.607

O Índice de Qualidade das Águas - IQA do rio das Velhas tem variado ao longo dos anos de Muito Ruim a Médio, sendo que poucos trechos próximos às suas cabeceiras tem apresentado IQA Bom.

A avaliação da média aritmética do IQA, bem como os valores máximos e mínimos observados ao longo da série de monitoramento (Figura 13) demonstram que o trecho da Meta 2010 apresenta as piores condições de qualidade da água em relação a esse indicador.

A grande variação entre os valores mínimo e máximo já observados para os pontos de amostragem no rio das Velhas e seus afluentes deve-se à variação no IQA nos períodos seco e chuvoso.

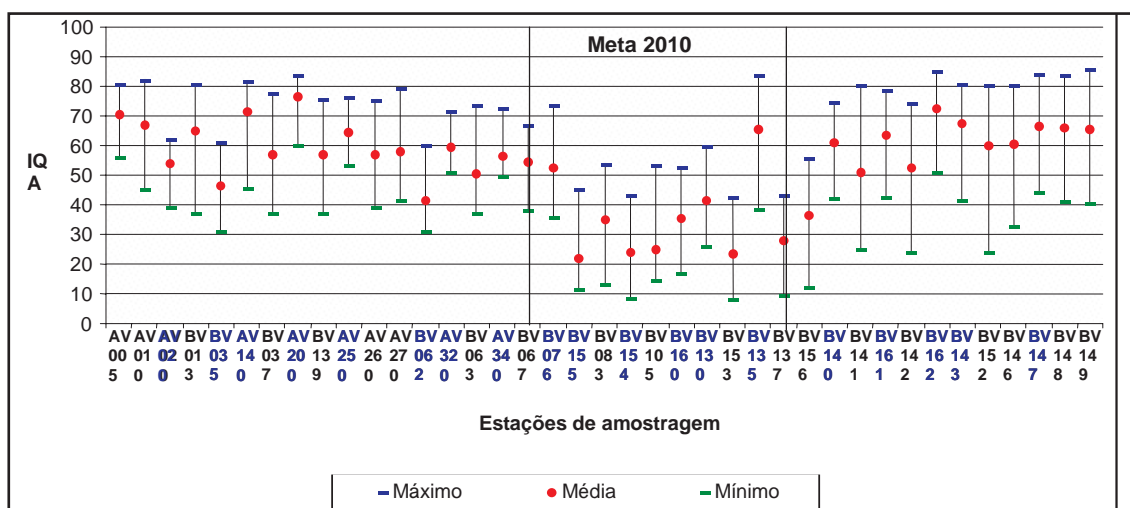


Figura 13 - Perfil de qualidade da água do rio das Velhas e seus afluentes em relação ao Índice de Qualidade das Águas - IQA no período de 1997 a 2003.

As melhores condições de qualidade de água ao longo dos anos avaliados no rio das Velhas, de acordo com o Índice de Qualidade das Águas, encontram-se nas cabeceiras

e no baixo curso, conforme observado na Figura 13. Em seu alto curso, o trecho do rio das Velhas que vem se apresentando em melhores condições de qualidade de água ao longo dos anos, principalmente no período de estiagem, está localizado a montante da confluência com o rio Itabirito, conforme verificado a partir das estações de amostragem AV005, AV010 e BV013.

No período chuvoso, verifica-se que há um aumento das concentrações de sólidos nos cursos de água que, conseqüentemente, tornam-se turvas. Nessa época, a qualidade das águas é influenciada pela turbidez e pelos sólidos. No período seco, a água mantém-se translúcida nas cabeceiras do rio das Velhas e a qualidade de suas águas está relacionada às elevadas quantidades de coliformes fecais e nutrientes, provenientes, principalmente, de esgotos domésticos lançados sem tratamento no curso de água. A Figura 14 evidencia que os piores resultados de IQA ao longo do rio das Velhas ocorreram no período chuvoso, 1ª e 4ª campanhas, do ano 2003.

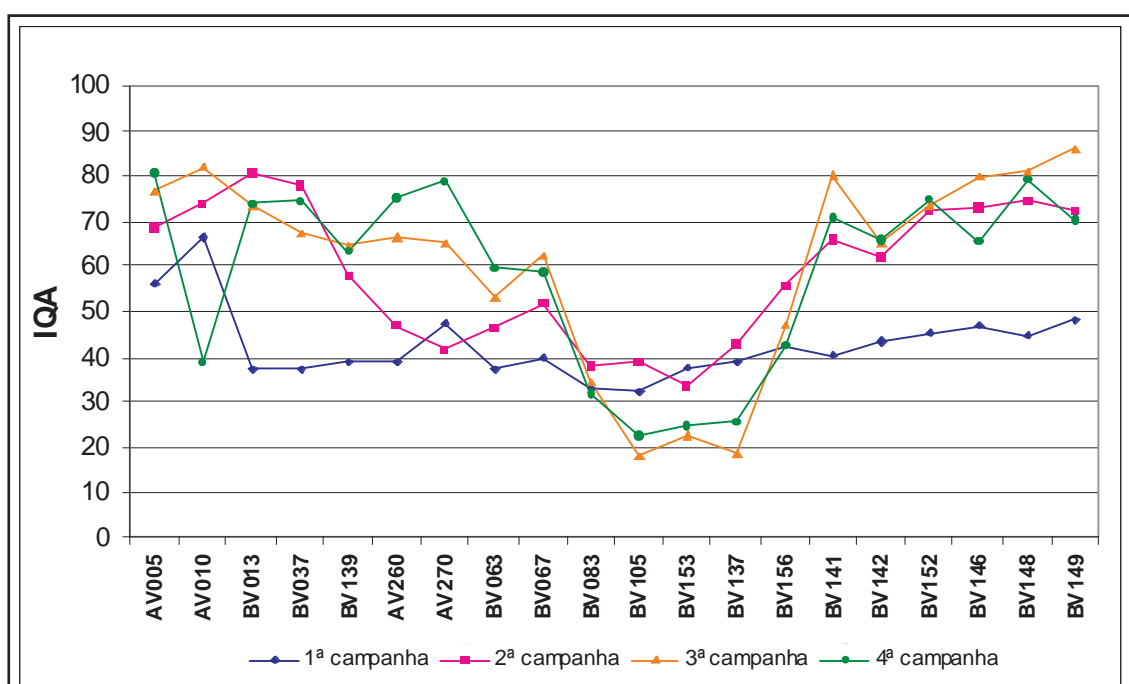


Figura 14 - Evolução espacial e temporal do Índice de Qualidade das Águas no Rio das Velhas no ano 2003.

Assim que o rio das Velhas (BV037), em seu alto curso, recebe o rio Itabirito (BV035), o Índice de Qualidade de suas águas piora, em decorrência do aumento de coliformes fecais, materiais em suspensão e fosfato. Os materiais em suspensão estão relacionados, sobretudo, a passivos de assoreamento da mineração de ferro.

O trecho da Meta 2010 destaca-se pelas piores condições de qualidade, pois recebe as águas dos ribeirões Arrudas (BV155), Sabará (BV076) e Onça (BV154), bem como do ribeirão da Mata (BV130). Os materiais suspensos, coliformes fecais e a baixa concentração de oxigênio dissolvido caracterizam essa qualidade tanto no período seco quanto no período chuvoso.

A Figura 14 ressalta que o IQA em 2003 no médio curso apresentou baixos valores tanto no período seco quanto no período chuvoso, demonstrando a dificuldade de autodepuração do rio das Velhas nessa região, que recebe afluentes bastante impactados.

Da ponte Raul Soares (BV137) até o Município de Santana de Pirapama (BV141) a qualidade das águas do rio das Velhas mantém-se ruim, mesmo com o recebimento de

afluentes com melhor qualidade, como o rio Taquaraçu e o ribeirão Jequitibá. Até então, o rio das Velhas não apresentou condições de autodepurar suas águas. No entanto, no período seco é possível observar uma melhora gradativa ao longo do rio em termos de IQA, pois se verifica uma maior degradação da matéria orgânica e o aumento da concentração de oxigênio dissolvido. A contagem de coliformes fecais também é reduzida gradativamente.

A melhoria da qualidade das águas do rio das Velhas é verificada no trecho a jusante do rio Jaboticatubas (BV156), conforme observado na Figura 13. Mais a jusante, o médio curso do rio das Velhas recebe as águas do rio Paraúna (BV143), que possui como principal afluente o rio Cipó (BV162), com águas ricas em oxigênio dissolvido e com baixos teores de sólidos, coliformes fecais e nutrientes. As melhores condições são verificadas, sobretudo, no período seco (Figura 14). Tal fato contribui para a melhoria da qualidade da água do rio das Velhas após a confluência com o rio Paraúna (BV152).

O baixo curso apresenta as melhores condições de qualidade de água no rio das Velhas. O Índice de Qualidade Médio é predominante no período chuvoso devido às elevadas ocorrências de coliformes fecais e fósforo total identificadas em suas águas. No entanto, deve-se destacar que, em 2003, foi predominante o IQA Ruim nesse período (Figura 14). No período seco, a condição de qualidade das águas do rio das Velhas em seu baixo curso é melhor, apresentando IQA Bom em praticamente todos os trechos monitorados. As águas são saturadas de oxigênio dissolvido e a quantidade de matéria orgânica é baixa, demonstrando melhor capacidade de autodepuração do rio das Velhas, além do efeito de diluição, à medida que esse curso d'água aproxima-se de sua foz no rio São Francisco.

A comparação entre os valores obtidos no Índice de Qualidade das Águas - IQA das estações de coleta do alto curso da bacia do rio das Velhas e os índices calculados das comunidades aquáticas demonstra que as informações biológicas corroboraram as informações físicas, químicas e microbiológicas utilizadas no IQA.

A rede de monitoramento biológico, obtida pela soma das redes originais criadas pelo PNMA II e pelo Projeto Manuelzão/UFMG, possui cinquenta e seis estações de coleta alocadas na calha central e tributários no trecho alto da bacia do rio das Velhas, além da estação de referência do rio Cipó. As estações e suas localizações ao longo dos cursos d'água na bacia do rio das Velhas são apresentadas na Tabela 31.

Tabela 31: Localização das estações de amostragem na bacia do alto rio das Velhas (AV - nomenclatura adotada pelo PNMA II; MZ e REF - nomenclatura adotada pelo Projeto Manuelzão/UFMG)

Código	Descrição	Coordenadas UTM	
AV005	Rio das Velhas a montante de São Bartolomeu	7.753.142	648.719
MZ08	Rio das Velhas em São Bartolomeu	7.753.328	648.306
AV010	Rio das Velhas a jusante do ribeirão do Funil	7.754.204	644.614
AV020	Rio Maracujá a montante da confluência do córrego dos Padres	7.757.706	634.860
AV030	Represa Rio de Pedras – Corpo da barragem	7.764.457	632.593
AV040	Rio das VELHAS logo a montante da foz do rio Itabirito	7.765.067	630.940
AV050	Ribeirão do Silva a montante do córrego das Almas	7.748.112	614.977

Código	Descrição	Coordenadas UTM	
AV070	Ribeirão Mata Porcos, próximo de sua confluência com o ribeirão Sardinha	7.756.053	624.766
AV060	Ribeirão Carioca a montante de sua confluência com o ribeirão Mata Porcos	7.752.939	626.829
AV080	Rio Itabirito a montante de Itabirito	7.757.247	625.128
MZ09	Rio Itabirito a jusante de Itabirito	7.763.438	625.086
AV090	Córrego Carioca a montante da cidade de Itabirito	7.759.697	623.068
AV100	Córrego da Onça a montante do rio Itabirito	7.763.238	624.919
AV110	Rio ITABIRITO a jusante do córrego Cata Branca	7.762.410	624.908
AV120	Córrego Moleque a montante do rio Itabirito	7.768.007	623.904
AV140	Córrego Fazenda Velha a montante do rio das Velhas	7.771.860	626.018
AV130	Rio das VELHAS logo a jusante da foz do rio Itabirito	7.772.821	626.196
AV150	Ribeirão Congonhas a montante da represa das Codornas	7.767.946	615.873
AV160	Corpo da barragem Lagoa Grande	7.768.538	610.512
AV170	Córrego Lagoa Grande a montante da represa das Codornas	7.768.868	612.178
AV180	Lagoa das Codornas	7.769.834	615.938
AV190	Ribeirão Capitão da Mata a montante do rio do Peixe	7.773.002	615.755
AV200	Rio do Peixe a montante do rio das Velhas	7.774.310	618.189
AV210	Rio das VELHAS a montante da ETA/COPASA – Bela Fama	7.778.301	626.553
AV220	Córrego Fechos na barragem principal	7.780.101	608.257
AV240	Córrego Seco na captação Fechos	7.780.861	609.463
AV230	Córrego Fechos na barragem auxiliar	7.780.859	608.506
AV250	Ribeirão Macacos a montante do rio das Velhas	7.785.099	622.644
AV260	Rio das Velhas em Bela Fama – alça direita	7.785.976	622.508
AV270	Rio das Velhas em Bela Fama – alça esquerda	7.787.174	622.255
AV280	Córrego Mutuca na captação Mutuca – barragem principal	7.786.976	607.910
AV290	Córrego Mutuca na captação Mutuca – barragem auxiliar	7.787.139	607.880
AV300	Córrego da Barragem em Nova Lima	7.790.627	619.026
AV310	Ribeirão ÁGUA SUJA próximo de sua foz no rio das Velhas	7.790.108	623.005
AV320	Córrego da Mina a montante do rio das Velhas	7.790.385	623.367
AV330	Rio das VELHAS logo a jusante do ribeirão Água Suja	7.789.868	623.714
AV345	Ribeirão da Prata a montante da cidade de Raposos	7.790.979	625.961

Código	Descrição	Coordenadas UTM	
AV340	Ribeirão da Prata a montante do rio das Velhas	7.790.917	625.949
MZ01	Córrego Baleares em Belo Horizonte	7.810.005	608.259
MZ02	Córrego Cardoso em Belo Horizonte	7.795.515	614.445
MZ03	Córrego Santa Terezinha em Belo Horizonte	7.797.957	616.351
MZ04	Ribeirão do Onça, em Belo Horizonte – bairro Aarão Reis	7.805.415	614.289
MZ05	Ribeirão Onça, em Belo Horizonte – bairro Ribeiro de Abreu	7.807.866	616.547
MZ06	Ribeirão Arrudas em Sabará	7.799.429	618.992
MZ07	Ribeirão Arrudas em Contagem	7.793.358	603.178
MZ31	Córrego Bonsucesso, em Belo Horizonte – bairro	7.789.963	606.312
MZ32	Córrego 1º de Maio, em Belo Horizonte – bairro	7.804.093	611.799
MZ33	Córrego Nossa Senhora da. Piedade, em Belo Horizonte – bairro	7.805.141	612.661
MZ34	Córrego Bonsucesso, em Belo Horizonte – bairro	7.792.400	604.807
MZ35	Córrego Engenho Nogueira, em Belo Horizonte – bairro	7.802.269	608.569
MZ36	Córrego Engenho Nogueira, em Belo Horizonte – bairro	7.800.099	607.457
AV350	Rio das Velhas a montante do ribeirão Sabará	7.797.309	623.743
MZ11	Rio das Velhas a jusante do ribeirão Sabará	7.799.812	624.097
MZ10	Rio das Velhas em Lagoa Santa	7.836.990	614.181
MZ12	Rio das Velhas em Santana de Pirapama	-	-
REF	Rio Cipó em Santana do Riacho	7.861.699	641.324

As águas do rio das Velhas a montante de São Bartolomeu (AV005), do ribeirão do Silva a montante do córrego das Almas (AV050), do rio do Peixe a montante do rio das Velhas (AV200), do córrego Seco na captação Fechos (AV240), do córrego Mutuca na captação Mutuca (AV280) e do ribeirão da Prata a montante da cidade de Raposos (AV345), segundo o IQA, foram classificadas como de boa qualidade (Figura 15).

Os índices biológicos de diversidade e equitabilidade, além da densidade e riqueza taxonômica das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentônica, quando analisados nos mesmos pontos citados acima, também indicaram uma boa qualidade das águas.

Os organismos aquáticos, principalmente macroinvertebrados bentônicos, consistem em bons indicadores de qualidade de água, pois geralmente são mais permanentes no ambiente e vivem de semanas a alguns meses no sedimento. O rio das Velhas, que a montante de São Bartolomeu (AV005) apresentou IQA bom (>70), quando avaliado por meio das comunidades aquáticas apresentou densidades não muito elevadas, e os valores de riqueza de táxons, diversidade e equitabilidades próximos aos valores encontrados no trecho de referência, também indicando uma qualidade de água boa. A utilização da bioindicação não reflete apenas a qualidade da água no momento da coleta, mas



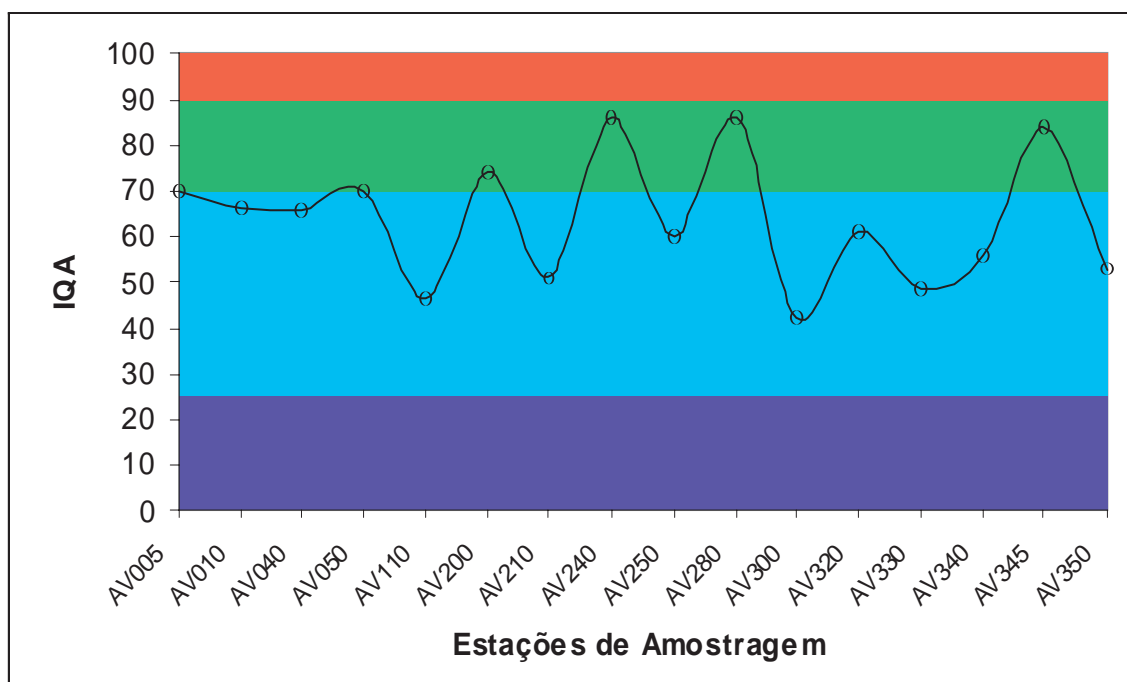


Figura 15 - Médias dos valores de IQA das estações de coleta, onde: Muito ruim ( $0 < IQA = 25$ ), Ruim ( $25 < IQA = 50$ ), Médio ( $50 < IQA = 70$ ), Bom ( $70 < IQA = 90$ ) e Excelente ( $90 < IQA = 100$ ).

sim de todo um período de vivência do organismo, permitindo avaliar não apenas impactos contínuos, mas também impactos descontínuos (WARD; STANFORD: 1979).

Outros exemplos foram as comunidades encontradas nas estações que apresentaram o IQA menor que cinquenta, ou seja, qualidade da água ruim. Nestes casos, foram verificados elevados valores de densidades de organismos tolerantes à poluição e baixos valores de riqueza, diversidade e equitabilidade das comunidades, também indicando a má qualidade das águas.

A distribuição das estações de coleta realizada pela Análise de Componentes Principais (PCA) em função dos dados abióticos e microbiológicos indicou que os fatores mais significativos na caracterização de cada estação do alto curso foram coliformes fecais, estreptococos fecais e ferro total. Este resultado aponta a necessidade de adoção de medidas de saneamento eficientes na redução bacteriológica dos corpos de água da RMBH pertencentes à bacia do rio das Velhas.

As análises das comunidades fitoplânctônicas indicaram a presença de espécies de cianobactérias que podem comprometer vários ambientes lóticos no trecho alto da bacia do rio das Velhas. Este resultado também alerta para a importância de um monitoramento dedicado à questão, uma vez que aqueles organismos podem vir a apresentar cepas capazes de produzir cianotoxinas nocivas ao ser humano (DEBERDT, 2003).

As coletas realizadas em 2003 obtiveram 137 espécies de algas, distribuídas entre Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanophyta, Euglenophyta e Pyrrophyta (Tabela 32).

As coletas realizadas para as comunidades zoobentônicas encontraram 44 famílias, distribuídas entre Nematoda, Annelida, Mollusca e Arthropoda (Tabela 33).

Tabela 32 - Espécies encontradas ao longo do ano de 2003  
pelos Programas de Monitoramento

CHLOROPHYCEA	CHRYSOPHYTA	EUGLENOPHYTA
<i>Ankistrodesmus</i> <i>Cladophora</i> sp <i>Cladophora</i> sp2 <i>Chlorella</i> sp <i>Chlorella vulgaris</i> <i>Closteriopsis curva</i> <i>Closteriopsis acicularis</i> <i>Closteriopsis curva</i> <i>Closterium acutum</i> <i>Closterium acutum var. variable</i> <i>Closterium gracile</i> <i>Closterium aciculare</i> <i>Closterium cuspidatum</i> <i>Closterium limneticum</i> <i>Closterium</i> sp <i>Closterium</i> sp1 <i>Coelastrum</i> sp. <i>Cosmarium birene</i> <i>Cosmarium depressum</i> <i>Cosmarium</i> sp <i>Cosmarium polonicum</i> <i>Cosmarium subarculatum</i> <i>Cruciginea</i> sp <i>Crucigenia quadricauda</i> <i>Cruciginea triangularis</i> <i>Eutetramorus planctonicus</i> <i>Gloeotrichia</i> sp <i>Golenkinia</i> sp <i>Kirchneriella</i> sp <i>Micraterias divisa</i> <i>Micrasteria truncata</i> <i>Micraterias</i> sp <i>Mougeotia calcaria</i> <i>Mougeotia</i> sp <i>Monoraphidium</i> sp <i>Monoraphidium contortum</i> <i>Monoraphidium griffitii</i> <i>Mougeotia calcarea</i> <i>Oedogonium</i> sp <i>Oedogonium</i> sp2 <i>Oocystis</i> sp <i>Phormidium</i> sp <i>Pseudoquadrigula</i> sp. <i>Scenedesmus acuminatus</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Scenedesmus denticulatus</i> <i>Scenedesmus disciformis</i> <i>Scenedesmus ecornis</i> <i>Scenedesmus gutwinskii</i> <i>Scenedesmus intermedius</i> <i>Scenedesmus teuipina</i> <i>Scenedesmus</i> sp2 <i>Staurastrum hexacerum</i> <i>Staurastrum rotula</i> <i>Staurastrum</i> sp <i>Tetrastrum</i> sp. <i>Tetraedron minimum</i>	<i>Amphipleura</i> sp <i>Cyclotella</i> sp. <i>Cymbella</i> sp. <i>Denticula</i> sp <i>Diatoma</i> sp <i>Dinobryon sertularia</i> <i>Epithemia</i> sp <i>Eunotia</i> sp <i>Mallomonas caudata</i> <i>Mallomonas ovum</i> <i>Mallomonas</i> sp <i>Mastogloia</i> sp <i>Melosira</i> sp <i>Navicula</i> sp <i>Navicula subtilissima</i> <i>Neidium</i> sp <i>Pinnularia</i> sp <i>Sirurella</i> sp <i>Sirurella didyma</i> <i>Sirurella guatemalensis</i> <i>Synedra longissima</i> <i>Synedra ulna</i> <i>Synedra</i> sp  <p style="text-align: center;">CYANOPHYCEA</p> <i>Pseudoanabaena</i> sp <i>Spirulina</i> sp  <p style="text-align: center;">CYANOPHYTA</p> <i>Anabaena</i> sp. <i>Aphanothece minutissima</i> <i>Chamaesiphon</i> sp <i>Chlorococcum humicola</i> <i>Dactylococopsis acicularis</i> <i>Elakatorhryx american</i> <i>Lyngbya</i> sp <i>Merismopedia glauca</i> <i>Microcystis flosaquae</i> <i>Oscillatoria</i> sp. <i>Oscillatoria psudolabyrinthiformis</i> <i>Pseudanabaena catenata</i> <i>Pseudoanabaena</i> sp <i>Pseudanabaena tenue</i> <i>Pseudanabaena moniliformis</i> <i>Raphidiopsis mediterranea</i> <i>Spirulina</i> sp <i>Raphidiopsis mediterranea</i> <i>Synechocystes</i> sp	<i>Cryptomonas brasiliensis</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cryptomonas</i> sp <i>Dinobryon</i> sp <i>Euglena oxyuris</i> <i>Euglena</i> sp. <i>Lepocinclis</i> sp. <i>Phacus</i> sp. <i>Rhodomonas lacustris</i> <i>Trachelomonas acanthostoma</i> <i>Trachelomonas armata</i> <i>Trachelomonas curta</i> <i>Trachelomonas pulchella</i> <i>Trachelomonas</i> sp <i>Trachelomonas verrucosa</i> <i>Trachelomonas superba</i> <i>Trachelomonas decora</i> <i>Trachelomonas lacustris</i> <i>Trachelomonas verrucosa var granulosa</i> <i>Trachelomonas verrucosa var irregularis</i> <i>Trachelomonas verrucosa var verrucosa</i> <i>Trachelomonas volvocina</i> <i>Trachelomonas volvocinopsis</i>     <p style="text-align: center;">PYRROPHYTA</p> <i>Clamydomonas angulosa</i> <i>Clamydomonas</i> sp <i>Cryptomonas brasiliensis</i> <i>Cryptomonas curvata</i> <i>Cryptomonas erosa</i> <i>Cryptomonas</i> sp <i>Peridinium</i> sp <i>Peridinium cinctum</i> <i>Rhodomonas lacustris</i> <i>Rhodomonas minuta</i> <i>Trachelomonas armata</i> <i>Trachelomonas verrucosa</i> <i>T. armata var. steini</i>

As comunidades zoobentônicas indicaram um gradiente da qualidade das águas da região do alto rio das Velhas. Com os resultados observados no período de coletas de 2003, podem-se agrupar as estações de amostragem em:

- estações pouco impactadas na região próxima à nascente,

Tabela 33 - Espécies encontradas ao longo do ano de 2003 pelos Programas de Monitoramento

	PROTOZOA	ROTIFERA	CRUSTACEA
<b>Sarcodina</b>	<b>Ciliata</b>	<b>Bdelloida</b>	<b>Copepoda</b>
<i>Amoeba</i> sp.	<i>Aspidisca</i> sp.	<b>Gnesiotrocha</b>	Cyclopoida (nauplius)
<i>Arcella conica</i>	<i>Carchesium</i> sp.	<i>Ptygura libera</i>	Cyclopoida (copepodito)
<i>Arcella costata</i>	<i>Coleps</i> sp.	<b>Ploima</b>	Cyclopoida (adulto)
<i>Arcella discoides</i>	<i>Dileptus</i> sp.	<i>Epiphanes</i> sp.	Alona sp.
<i>Arcella gibbosa</i>	<i>Epystilis</i> sp.	<i>Brachionus bidentata</i>	
<i>Arcella hemisphaerica</i>	<i>Monodinium</i> sp.	<i>Keratella americana</i>	
<i>Arcella hemisphaerica</i>	<i>Paramecium</i> sp.	<i>Keratella cochlearis</i>	
<i>A. hemisphaerica undulata</i>	cf. <i>Plagiopyla</i>	<i>Keratella lenzi</i>	
<i>Arcella megastoma</i>	<i>Stentor</i> sp.	<i>Keratella tropica</i>	
<i>Arcella quadrata</i>	<i>Spirostomum</i> sp.	<i>Keratella</i> sp.	
<i>Arcella vulgaris</i>	<i>Urosona</i> sp.	<i>Lepadella ovalis</i>	
<i>Arcella</i> sp.	Vaginicolidae	<i>Lepadella patella</i>	
<i>Diffugia acuminata</i>	<i>Vorticella</i> sp.	<i>Lepadella triptera</i>	
<i>Diffugia corona</i>	<b>Actinopoda</b>	<i>Lepadella</i> sp.	
<i>Diffugia elegans</i>	Heliozoida	<i>Platyias</i> cf. <i>quadricornis</i>	
<i>Diffugia oblonga</i>		<i>Euchlanis</i> cf. <i>meneta</i>	
<i>Diffugia oviformis</i>		<i>Euchlanis</i> sp.	
<i>Diffugia tuberculata</i>		<i>Macrochaetus</i> sp.	
<i>Diffugia lobostoma</i>		<i>Trichotria tetractis</i>	
<i>Diffugia lanceolata</i>		<i>Colurella obtusa</i>	
<i>Diffugia</i> sp.		<i>Colurella</i> cf. <i>uncinata</i>	
<i>Centropyxis aculeata</i>		<i>Colurella</i> sp.	
<i>Centropyxis discoides</i>		<i>Lecane arcula</i>	
<i>Centropyxis eornis</i>		<i>Lecane curvicornis</i>	
<i>Centropyxis platystoma</i>		<i>Lecane decipiens</i>	
<i>Centropyxis</i> sp.		<i>Lecane hamata</i>	
<i>Centropyxis hirsuta</i>		<i>Lecane homemanni</i>	
<i>Cyclopyxis</i> sp.		<i>Lecane</i> cf. <i>inermes</i>	
<i>Lesquereusia spiralis</i>		<i>Lecane luna</i>	
<i>Nebela</i> sp.		<i>Lecane lunaris</i>	
<i>Netzelia</i> cf. <i>dentistoma</i>		<i>Lecane monostyla</i>	
<i>Netzelia</i> cf. <i>oviformis</i>		<i>Lecane scutata</i>	
<i>Netzelia wailesi</i>		<i>Lecane pusila</i>	
<i>Netzelia</i> sp.		<i>Lecane</i> sp.	
<i>Quadrulella symetrica</i>		<i>Lecane arcula</i>	
<i>Quadrulella tubulata</i>		<i>Lecane curvicornis</i>	
<i>Quadrulella</i> sp.		<i>Cephalodella gibba</i>	
<i>Euglypha acanthophora</i>		<i>Cephalodella</i> sp.	
<i>Euglypha tuberculata</i>		<i>Trichocerca similis</i>	
<i>Euglypha</i> sp.		<i>Trichotria</i> sp.	
<i>Trinema</i> sp.		<i>Polyarthra</i> sp.	
<i>Cyphoderia ampulla</i>		<i>Polyarthra</i> sp.	
cf. <i>Cyphoderia</i> sp.			

- estações com um maior grau de degradação, próximas à RMBH,
- estações em situação de extrema degradação ambiental, na RMBH,
- estações com uma sutil melhora após a RMBH.

Diante dos estudos realizados até o momento ficou comprovado que a utilização de informações biológicas associadas à caracterização abiótica e microbiológica da qualidade das águas permite fazer uma avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição no trecho do alto rio das Velhas.

Diversos contaminantes tóxicos vêm ocorrendo em concentrações elevadas na bacia do rio das Velhas ao longo dos anos, devendo-se destacar a amônia e o índice de fenóis. Em condições naturais, a concentração de amônia atinge, muito raramente, níveis letais. Para atingir estes níveis devem ocorrer simultaneamente elevados valores de pH (>9,0),

Tabela 34 - Organismos encontrados ao longo do ano de 2003 pelos Programas de Monitoramento

<b>NEMATODA</b>	<b>ARTHROPODA</b>	
<b>ANNELIDA</b>	<b>Insecta</b>	<b>Megaloptera</b>
<b>Hirudinea</b>	<b>Diptera</b>	Corydalidae
Glossiphoniidae	Brachicera	<b>Ephemeroptera</b>
<b>Oligochaeta</b>	Ceratopogonidae	Baetidae
<b>MOLLUSCA</b>	Chironomidae	Leptophlebiidae
<b>Gastropoda</b>	Culicidae	Leptohyphidae
Melaniidae	Empidoidea	<b>Plecoptera</b>
Physidae	Psychodidae	Perlidae
	Simuliidae	Gripopterygidae
	Simuliidae	<b>Coleoptera</b>
	Stratiomyidae	Dryopidae
	Tipulidae	Dytiscidae
	<b>Odonata</b>	Elmidae
	Coenagrionidae	Hidrophilidae
	Gomphidae	Psephenidae
	Libellulidae	<b>Trichoptera</b>
	Zygoptera	Glossosomatidae
	<b>Hemiptera</b>	Hydrobiosidae
	Belostomatidae	Hydropsychidae
	Naucoridae	Hydroptilidae
	Veliidae	Leptoceridae
		Philopotamidae
		Polycentropodidae
		<b>Lepidoptera</b>
		Noctuidae
		Pyralidae
		<b>Colembola</b>

temperatura (>26°C) e baixos valores de potencial de oxirredução. A amônia é um produto natural da degradação biológica de compostos orgânicos nitrogenados e também pode ocorrer em águas superficiais e subterrâneas, devido às descargas de efluentes industriais que contêm amônia como subproduto ou que usam "águas amoniacais" no processo industrial.

Os fenóis são compostos orgânicos oriundos, nos corpos de água, principalmente dos despejos industriais, bem como da degradação microbiológica de pesticidas. São compostos tóxicos aos organismos aquáticos em concentrações bastante baixas, e afetam o sabor dos peixes e a aceitabilidade das águas. Para os organismos vivos, os compostos fenólicos são tóxicos protoplasmáticos, apresentando a propriedade de combinar-se com as proteínas teciduais. Alguns compostos fenólicos são resistentes à degradação biológica e podem ser transportados por longas distâncias nas águas.

A Contaminação por Tóxicos Alta, em que os parâmetros tóxicos apresentam-se em concentrações superiores ao dobro do limite legal, vem predominando na bacia do rio das Velhas, com exceção dos anos 2000 e 2003 (Figura 16), quando as maiores ocorrências foram de Contaminação por Tóxicos Baixa.

Conforme apresentado na Tabela 35, realizou-se uma avaliação da frequência percentual de ocorrência dos contaminantes tóxicos nos níveis de contaminação Baixa, Média e Alta. Bário, cianeto, cromo, nitrato e nitrito não apresentaram nenhuma ocorrência de contaminação por tóxicos Média ou Alta, sendo verificados sempre em concentrações inferiores a 20% do valor do limite legal no período de 1997 a 2003. Os parâmetros que

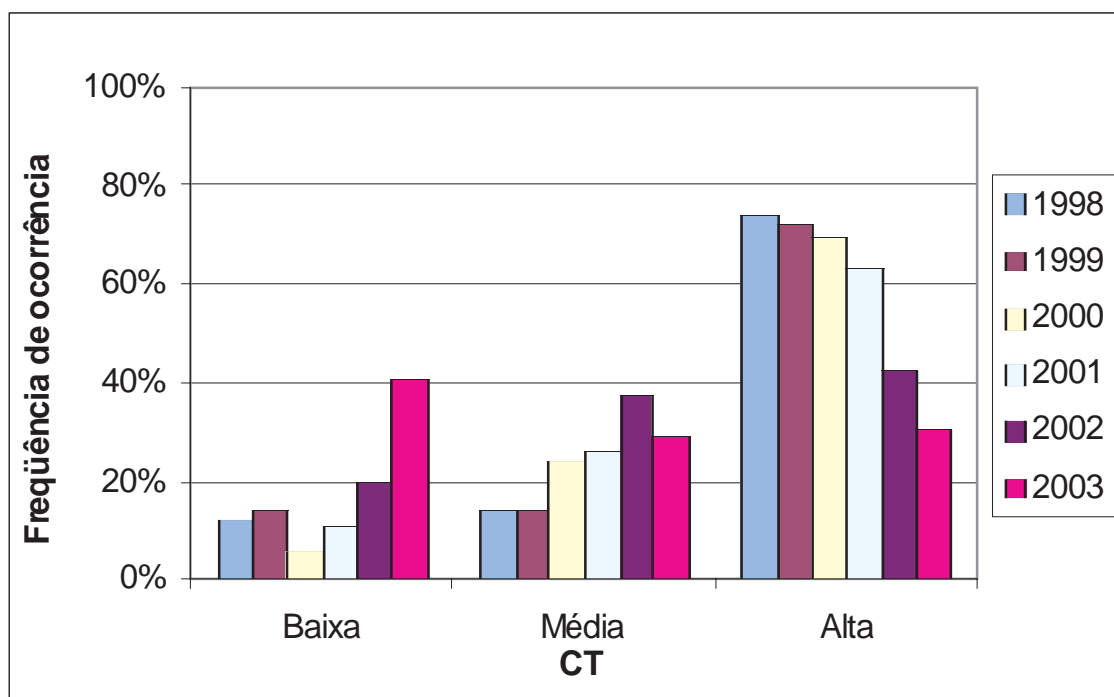


Figura 16 - Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos na bacia do rio das Velhas. Período de 1998 a 2003.

já ocorreram em níveis de Contaminação por Tóxicos Alta são amônia, índice de fenóis, cobre, arsênio, chumbo, mercúrio, cádmio e zinco.

Em 2003, 38% das ocorrências de Contaminação por Tóxicos Alta na bacia do rio das Velhas deveram-se às elevadas concentrações de amônia. A Figura 17 apresenta a frequência de ocorrência dos diversos parâmetros tóxicos na Contaminação por Tóxicos Alta e Média na a bacia do rio das Velhas.

Tabela 35 - Frequência de ocorrência de parâmetros tóxicos no indicador de Contaminação por Tóxicos na bacia do rio das Velhas no ano de 1997

Parâmetros	Baixa	Média	Alta	Total de Análises
Amônia	73,6%	6,0%	20,4%	719
Arsênio	88,0%	4,8%	7,2%	516
Bário	100,0%	0,0%	0,0%	333
Cádmio	97,8%	0,5%	1,7%	418
Chumbo	96,9%	1,1%	2,0%	458
Cianeto	100,0%	0,0%	0,0%	388
Cobre	88,6%	3,4%	8,0%	440
Cromo	100,0%	0,0%	0,0%	360
Índice de Fenóis	66,1%	15,2%	18,7%	690
Mercúrio	95,3%	2,9%	1,8%	450
Nitrato	100,0%	0,0%	0,0%	719
Nitrito	100,0%	0,0%	0,0%	477
Zinco	96,8%	2,5%	0,7%	443

A amônia não ionizável, originária principalmente de esgotos domésticos, apresentou as maiores concentrações no período seco (terceira campanha de 2003). Na época das chuvas, com a diluição da carga poluente nos cursos de água, foi possível identificar uma redução das concentrações de amônia ao longo da bacia do rio das velhas, con-

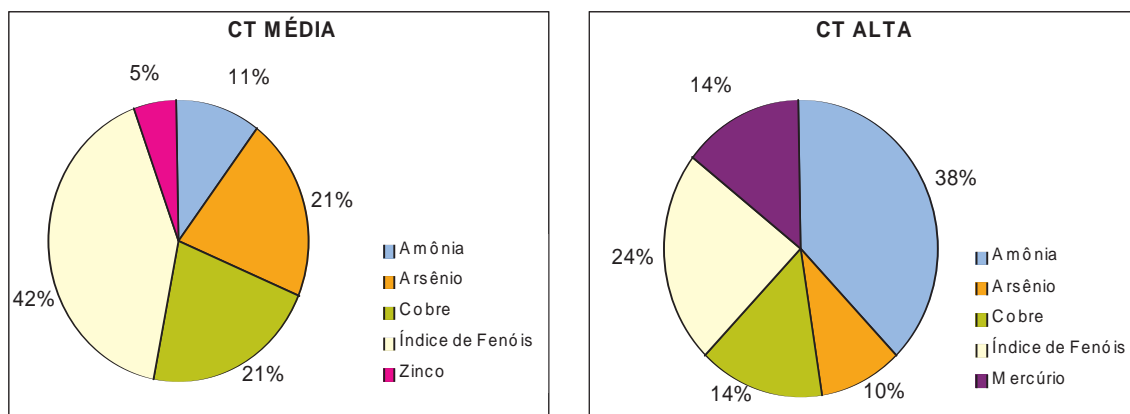


Figura 17 - Frequência de ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média na bacia do rio das Velhas em 2003.

forme mostram os resultados da primeira campanha de 2003, apresentados na Figura 18. No médio curso da bacia do rio das Velhas destacam-se seus dois de seus tributários, quais sejam, os ribeirões Arrudas (BV155) e do Onça (BV154) e o rio das Velhas propriamente dito, a jusante do ribeirão da Mata (BV153), que apresentaram as maiores ocorrências de amônia não ionizável em 2003. Condição semelhante vem sendo verificada ao longo dos anos na atividade de monitoramento, no período de 1997 a 2003.

Em relação às ocorrências de arsênio em 2003, o ribeirão Água Suja, próximo de sua foz, no rio das Velhas (BV062), apresentou as concentrações mais elevadas, conforme verificado na Figura 19. O ribeirão Água Suja encontra-se numa área de atividades de exploração de ouro, em que está presente a arsenopirita, mineral rico em arsênio.

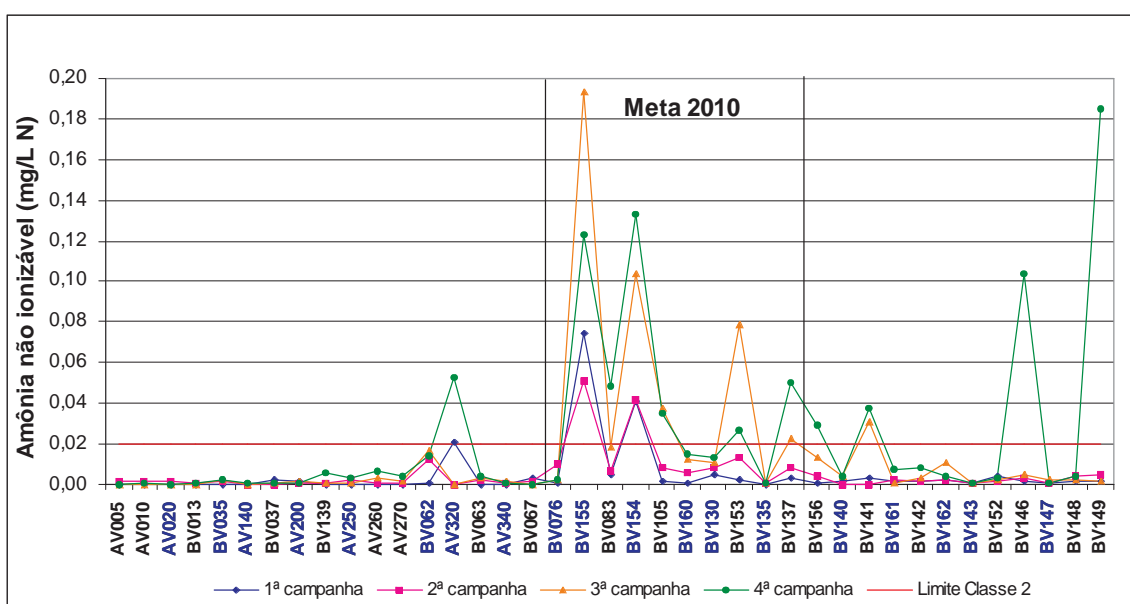


Figura 18 - Evolução espacial e temporal de amônia não ionizável na bacia do rio das Velhas no ano de 2003.

Verifica-se também que a concentração de arsênio reduz ao longo da bacia; alguns trechos no baixo curso, porém, ainda apresentam concentrações elevadas.



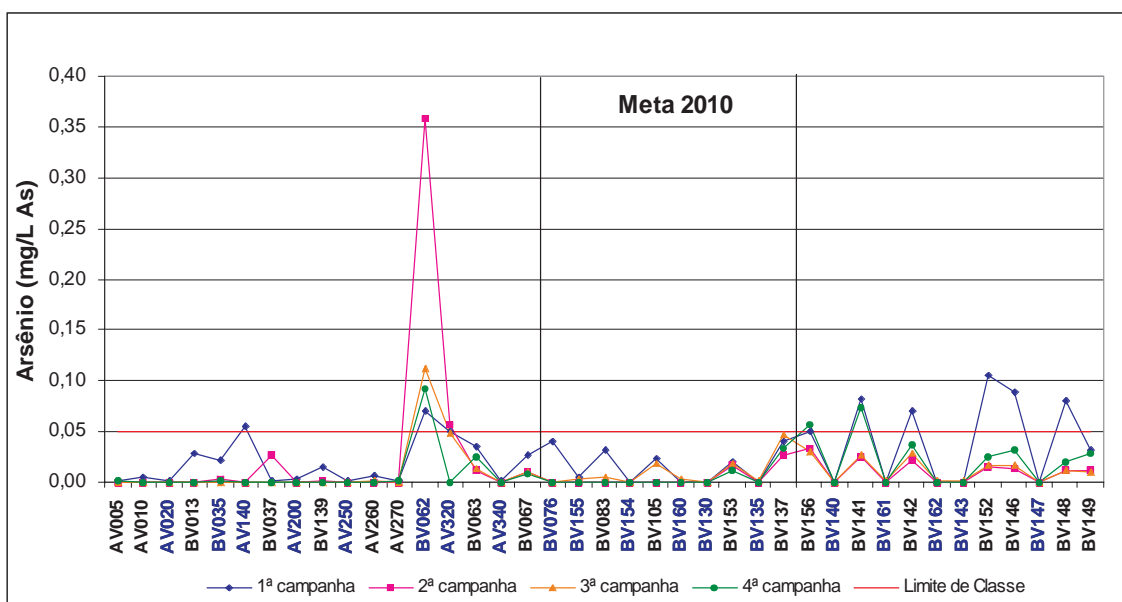


Figura 19 - Evolução espacial e temporal de arsênio na bacia do Rio das Velhas em 2003.

Com relação aos locais onde foram observados efeitos tóxicos para o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* destacam-se, principalmente, o rio das Velhas logo a jusante da foz do rio Itabirito (BV035/AV110) e o córrego da Mina a montante do rio das Velhas (AV320), em que os organismos-teste indicaram existir condições de toxicidade para o seu desenvolvimento.

A não conformidade com parâmetros tóxicos foi verificada no córrego da Mina a montante do rio das Velhas (AV320). Neste curso de água, identificou-se amônia e arsênio em concentrações acima dos limites legais, conforme demonstrado nas Figuras 18 e 19 em 2003. Deve-se ressaltar também a ocorrência de arsênio em concentração elevada em 2003 (Figura 19) no rio das Velhas, logo a jusante da foz do rio Itabirito (BV037/AV130).

No rio das Velhas, a jusante do ribeirão da Mata (BV153), verificou-se os efeitos tóxicos principalmente no período chuvoso (primeira campanha), denotando que este período se mostra crítico para a toxicidade das águas do rio das Velhas no trecho da Meta 2010. Este é um indicativo de como as chuvas levam substâncias tóxicas aos corpos de água. No ribeirão da Mata (BV130) e no rio Taquaraçu (BV135), onde predominam a contaminação por matéria orgânica devido a cargas pontuais, não se verificou efeito tóxico significativo nas amostras.

Considerando-se a série de dados no período de 1997 a 2003 para as vinte e nove estações de amostragem da bacia do rio das Velhas operadas pelo Projeto Águas de Minas, avaliou-se, diante dos parâmetros monitorados, o percentual de amostras cujos valores violaram os limites previstos na Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM n.º 10/86, levando-se em conta o enquadramento do curso de água no local de cada estação. A Tabela 36 apresenta o percentual de violações em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro, indicando os constituintes mais críticos na bacia.

Pode-se observar na Tabela 36 que os parâmetros que apresentaram os maiores percentuais de violação estão associados, principalmente, aos esgotos domésticos, tais como fosfato total, coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido etc.

A situação do fosfato total é a mais crítica, pois este apareceu em primeiro lugar dentre os maiores violadores de classe de toda a bacia, com ocorrências elevadas em 83,5% das amostras analisadas. O ribeirão Sabará a montante da foz no rio das Velhas (BV076), o rio das Velhas a jusante do ribeirão Arrudas (BV083), o ribeirão do Onça a montante da foz no rio das Velhas (BV154) e o rio das Velhas entre os rios Paraúna e Pardo (BV152) apresentaram violações em 100% das análises. A melhor condição em relação ao fosfato total foi verificada no rio Cipó a montante do rio Paraúna (BV162).

Tabela 36 - Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente, segundo o percentual de violações de classe de enquadramento em toda a bacia do rio das Velhas no período de 1997 a 2003.

Parâmetro	Violações (%)	Total de Análises
Fosfato Total	83,5%	720
Coliformes Fecais	64,9%	716
Coliformes Totais	64,4%	685
Manganês	53,0%	689
Índice de Fenóis	51,5%	691
Óleos e Graxas*	38,4%	331
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	31,9%	712
Turbidez	29,7%	720
Oxigênio dissolvido	21,1%	720
Nitrogênio Amoniacal	19,6%	720
Cor	16,6%	397
Substâncias Tensoativas	12,2%	444
Arsênio	12,0%	517
Cobre	11,3%	441
Níquel	10,3%	516
Ferro Solúvel	7,7%	454
Amônia Não Ionizável	6,5%	720
Zinco Total	5,9%	444
Mercúrio	5,5%	451
Chumbo	3,3%	459
Cádmio	2,1%	419
Cromo III	0,8%	358
pH in loco	0,0%	720
Sólidos Dissolvidos	0,0%	565
Cloretos	0,0%	720
Sulfatos	0,0%	333
Nitrato	0,0%	720
Nitrito	0,0%	478
Cianetos	0,0%	388
Bário	0,0%	333
Boro	0,0%	340
Cromo VI	0,0%	360
Selênio	0,0%	333

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

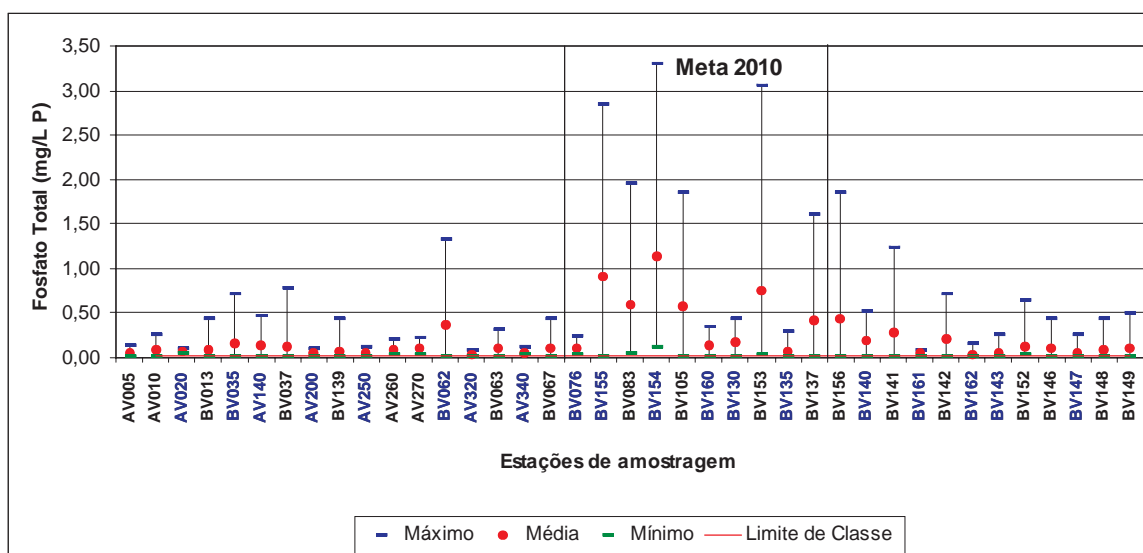


Figura 20 - Perfil de qualidade da água do rio das Velhas e de seus afluentes em relação ao fosfato total no período de 1997 a 2003.

A maioria das estações de amostragem apresentaram níveis médios de fosfato total superiores a 0,1 mg/L (Figura 20), que são considerados excessivos segundo a classificação da Deliberação Normativa COPAM n.º 10/86. Isto foi observado principalmente no médio curso do rio das Velhas. A presença de fósforo nos corpos de água desencadeia o desenvolvimento de algas ou de plantas aquáticas indesejáveis, principalmente em reservatórios ou corpos de água parada, podendo conduzir ao processo de eutrofização.

A área de estudo para a Meta 2010 é a maior prejudicada, devido à influência dos despejos domésticos de uma população urbana de 3,6 milhões de habitantes.

As maiores ocorrências de matéria orgânica, determinada pela DBO e pelo oxigênio dissolvido, também foram identificadas na área de estudo da Meta 2010. Em relação ao percentual de violações de oxigênio dissolvido, o alto curso do rio das Velhas apresentou as melhores condições. Todos os trechos monitorados no alto curso, à exceção do ribeirão Água Suja próximo de sua foz no rio das Velhas (BV062), apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido dentro do limite legal. Condição semelhante foi observada também no baixo curso. Dessa forma, o rio das Velhas deságua no rio São Francisco com bons níveis de oxigênio e boa depuração de matéria orgânica.

Violações de DBO em 100% das amostras analisadas foram identificadas no ribeirão Arrudas, próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155), e no ribeirão do Onça, a montante da foz com o rio das Velhas (BV154), demonstrando a situação crítica desses afluentes. Os perfis de qualidade do rio das Velhas em relação a oxigênio dissolvido e DBO confirmam a condição verificada em seus afluentes (Figuras 21 e 22, respectivamente). Os menores valores médios de oxigênio dissolvido já observados encontram-se na região da Meta 2010. Em contrapartida, os maiores valores máximos de DBO também se encontram nessa região.

Os contaminantes tóxicos que se destacaram em termos de violações foram o índice de fenóis, o nitrogênio amoniacal e o arsênio. Em relação aos metais, o manganês violou mais de 50% das amostras. Cobre, níquel e ferro solúvel também apresentaram algumas violações.

A ocorrência desses metais deve-se ao fato de a bacia do rio das Velhas, sobretudo seu alto curso, estar inserida na região do Quadrilátero Ferrífero no Estado de Minas Gerais.

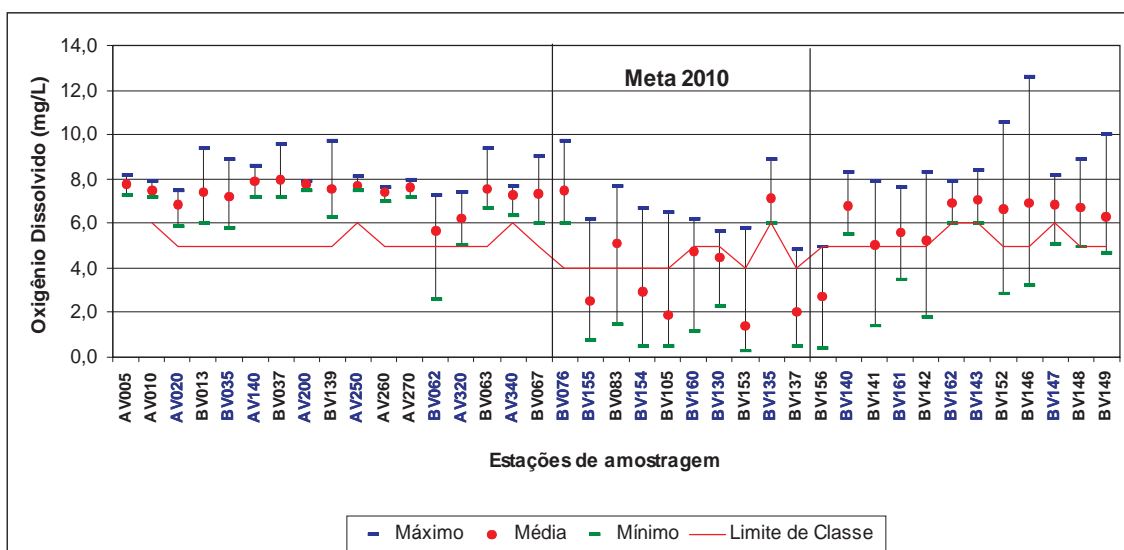


Figura 21 - Perfil de qualidade da água do rio das Velhas e de seus afluentes em relação ao oxigênio dissolvido no período de 1997 a 2003.

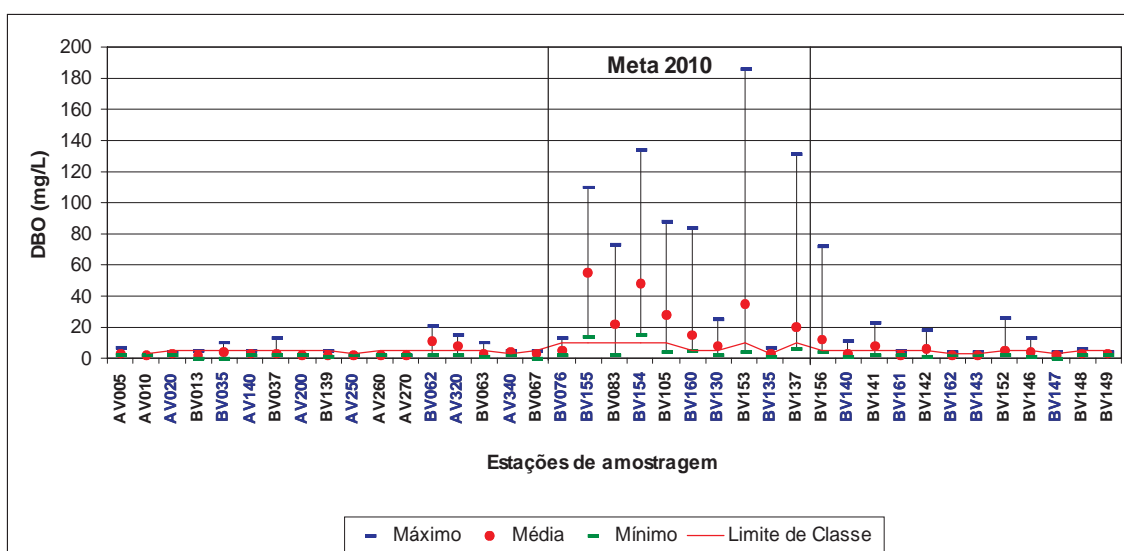


Figura 22 - Perfil de qualidade da água do rio das Velhas e de seus afluentes em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no período de 1997 a 2003.

A mineração de ferro, seguida pela de ouro e gemas é, sem dúvida, a atividade minerária mais importante da região, quer por sua expressão econômica e infra-estrutura associadas, quer pela magnitude da geração de cavas e de depósitos de estéril e rejeitos. Os metais estão diretamente relacionados com a turbidez, outro parâmetro que apresenta níveis bastante elevados principalmente no período chuvoso. Conforme observado na Figura 23, isto ocorreu na primeira campanha de 2003.

### 9.1 Avaliação ambiental - Área da Meta 2010

Foram identificadas as principais violações de parâmetros em relação aos limites legais nos pontos de amostragem da bacia do rio das Velhas na área da Meta 2010. Os quadros a seguir apresentam os principais fatores de PRESSÃO associados aos indicadores de degradação em 2003 e os parâmetros que apresentaram as maiores violações no período de 1997 a 2003 para cada estação de amostragem, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas na bacia do rio das Velhas.

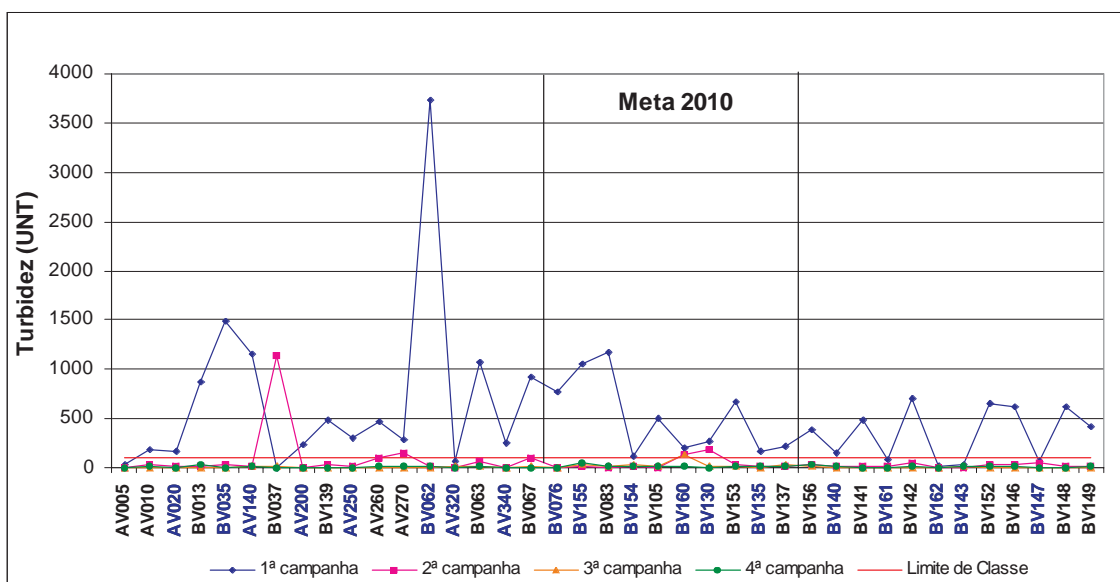


Figura 23 - Evolução espacial e temporal de turbidez na bacia do rio das Velhas no ano de 2003.

Tabela 37 - Pressão - Estado - Resposta

CURSO D'ÁGUA	ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
			FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
Rio das Velhas	BV083	3	Lançamentos de esgotos domésticos Resíduos sólidos Lançamentos industriais Expansão Urbana Erosões Assoreamento	turbidez, cor, fosfato total, nitrogênio amoniacal, DBO, óleos e graxas, coliformes fecais e totais, manganês e níquel	Fosfato total, coliformes totais, coliformes fecais, índice de fenóis, DBO e nitrogênio amoniacal
	BV105	3	Lançamentos de esgotos domésticos Lançamentos industriais Assoreamento Resíduos sólidos Expansão Urbana Carga Difusa	turbidez, fosfato total, nitrogênio amoniacal, OD, DBO, coliformes fecais e totais, manganês e níquel	Fosfato total, nitrogênio amoniacal, coliformes fecais, coliformes totais, OD e DBO
	BV153	3	Lançamentos de esgotos domésticos Lançamentos industriais Resíduos sólidos Erosões Assoreamento Queimadas Carga Difusa	turbidez, fosfato total, nitrogênio amoniacal, OD, DBO, óleos e graxas, coliformes fecais e totais, manganês	Fosfato total, nitrogênio amoniacal, OD, coliformes fecais, coliformes totais, DBO e índice de fenóis
Ribeirão Sabará	BV076	3	Lançamentos de esgotos domésticos Lançamentos industriais Resíduos sólidos Expansão urbana	turbidez, cor, sulfetos, fosfato total, óleos e graxas, coliformes fecais e totais, manganês e níquel	Fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais, índice de fenóis e óleos e graxas

CURSO D'ÁGUA	ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
			FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
Ribeirão Arrudas	BV155	3	Lançamentos de esgotos domésticos Lançamentos industriais Resíduos sólidos Expansão Urbana Assoreamento Erosões	turbidez, fosfato total, nitrogênio amoniacal, OD, DBO, óleos e graxas, coliformes fecais e totais, manganês e níquel	DBO, fosfato total, nitrogênio amoniacal, índice de fenóis, coliformes totais, coliformes fecais, óleos e graxas e OD
Ribeirão do Onça	BV154	3	Lançamentos de esgotos domésticos Lançamentos industriais Resíduos sólidos Expansão Urbana Assoreamento	turbidez, fosfato total, nitrogênio amoniacal, OD, DBO, óleos e graxas, coliformes fecais e totais	Fosfato total, DBO, nitrogênio amoniacal, coliformes fecais, coliformes totais e índice de fenóis
Ribeirão da Mata	BV130	2	Lançamentos de esgotos domésticos Lançamentos industriais Atividades Minerárias Assoreamento Agropecuária	turbidez, fosfato total, OD, fenóis, coliformes fecais e totais, manganês	Fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais, manganês e índice de fenóis
Ribeirão das Neves	BV160	2	Lançamentos de esgotos domésticos Lançamentos industriais Resíduos sólidos Expansão Urbana	turbidez, fosfato total, OD, DBO, índice de fenóis, óleos e graxas, coliformes fecais e totais, ferro solúvel e manganês	Coliformes totais, coliformes fecais, fosfato total, manganês, índice de fenóis e DBO
Rio Taquaraçu	BV135	1	Atividades minerárias Agropecuária Lançamentos de esgotos domésticos Lançamentos industriais Agricultura	turbidez, cor, fosfato total, coliformes fecais e totais, ferro solúvel e manganês	Coliformes totais, coliformes fecais, fosfato, cor e ferro solúvel

## 9.2 Ações de controle ambiental - Resposta

### 9.2.1 Contaminação por esgotos domésticos

Na bacia do rio das Velhas os parâmetros que apresentaram maior número de violações nas estações de amostragem ao longo de 2003 foram fosfato total, coliformes fecais e coliformes totais com, respectivamente, 83,5%, 64,9% e 64,4% de ocorrências acima dos limites legais. Essa condição vem sendo observada ao longo dos anos. Os sobreditos parâmetros representam um forte indicativo de contaminação dos cursos de água por lançamentos domésticos, o que é o fator de PRESSÃO mais comum sobre a qualidade das águas na área de abrangência da Meta 2010, conforme observado nos quadros anteriores.

Por esse motivo, realizou-se levantamento dos municípios da sub-bacia do rio Velhas



que possuem população urbana superior a 50.000 habitantes, de acordo com o Censo 2000 do IBGE, e que possuem estação de amostragem em trecho de curso de água a montante e/ou a jusante de seus núcleos urbanos. Para cada estação, conforme apresentado na Tabela 38, avaliou-se a evolução do IQA - Índice de Qualidade das Águas ao longo dos anos. O IQA é um bom indicador da contaminação por esgotos sanitários, pois é uma síntese da ocorrência de sólidos, nutrientes e principalmente de matéria orgânica e fecal. Além disso, foram verificadas as ocorrências de desconformidades em relação aos parâmetros mais característicos dos esgotos sanitários, quais sejam, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (matéria orgânica) e amônia não ionizável e nitrogênio amoniacal (nutrientes).

Belo Horizonte e Contagem, os Municípios mais populosos na área de abrangência da Meta 2010, são os que mais contribuem com matéria orgânica nos cursos de água monitorados, conforme apresentado na Tabela 38. O ribeirão Arrudas e o ribeirão do Onça apresentaram 100% de ocorrências de DBO em concentração acima do limite legal para cursos de água de classe 3. O nitrogênio amoniacal e o fosfato total também apresentaram grande número de violações nestes cursos de água.

O IQA Muito Ruim ou Ruim ao longo dos anos vem caracterizando a má-qualidade dos cursos de água que recebem os lançamentos dos esgotos dos Municípios de Nova Lima, Belo Horizonte, Ribeirão das Neves, Vespasiano e Contagem. Destaca-se, também, o Município de Itabirito que, embora possua população urbana de 35.245 habitantes, na estação de amostragem BV035 (rio Itabirito a jusante do córrego Cata Branca) apresenta predominância de IQA Ruim. O rio das Velhas, na área de abrangência de Santa Luzia, apresenta condição Muito Ruim e Ruim a montante e a jusante do núcleo urbano, pois recebe interferências de outros municípios.

A análise da qualidade das águas superficiais da bacia do rio das Velhas permite inferir que, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, o rio das Velhas apresenta as piores condições. No entanto, a região das cabeceiras apresenta também ocorrências de poluição ambiental que merecem destaque pelo impacto que vêm causando a esse trecho da bacia e que se somam aos impactos recebidos na Região acima referida.

A Região Metropolitana de Belo Horizonte é responsável pela degradação dos ribeirões Arrudas e Onça, que são receptores de seus efluentes domésticos e industriais. A pequena variação no Índice de Qualidade das Águas ao longo dos anos reflete o crescimento da população e, conseqüentemente, o aumento dos esgotos domésticos.

Apesar de a expansão industrial também ter ocorrido nos últimos anos, pode-se afirmar que a redução da Contaminação por Tóxicos nos cursos de água da bacia do rio das Velhas mostra o aumento da fiscalização sobre as atividades industriais e minerárias em decorrência do licenciamento ambiental, resultando no tratamento de efluentes e na disposição adequada de resíduos.

A grande maioria dos cursos de água monitorados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM na bacia do rio das Velhas extrapola os padrões previstos na Deliberação Normativa COPAM n.º 10 de 1986 para a classe 2. Os efeitos de toxicidade crônica verificados em alguns trechos da bacia demonstram que ações corretivas para diminuição das cargas poluidoras de origem industrial e urbana são necessárias urgentemente.

A implantação da Estação de Tratamento de Esgotos do ribeirão Arrudas ainda reflete, pouco significativamente, na qualidade do curso d'água. Todavia, já é visível uma tendência de redução nas concentrações de nitrato e fosfato em 2003 (Figura 24). O período chuvoso ainda é condicionante para essa melhoria da qualidade, quando há a diluição dos

Tabela 38 - Avaliação dos lançamentos domésticos dos municípios que apresentam população superior a 50.000 habitantes na área de abrangência da Meta 2010.

Estações	Curso d'água	Localização	Município	População Urbana	Média Anual do IQA							Violações (%) Período: 1997-2003					
					1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	OD	DBO	Fosfato Total	Nitrogênio Amoniacoal	Amônia não ionizável	
BV083	Rio das Velhas	Jusante	Belo Horizonte	2.238.526	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	7,7	72	100	69,2	X
BV155	Ribeirão Arrudas	Jusante			M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	61,5	100	96,2	96,2	X
BV154	Ribeirão do Onça	Jusante	Contagem	533.330	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	61,5	100	100	96,2	X
BV160	Rib. das Neves	Jusante	Rib. das Neves	245.401				Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	20	73,3	86,7	X	13,3
BV105	Rio das Velhas	Montante	Santa Luzia	184.208	M. Ruim	M. Ruim	M. Ruim	Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	Ruim	80,8	73,1	96,2	96,2	X
BV153	Rio das Velhas	Jusante			M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	84,6	73,1	96	84,6	X
BV140	Ribeirão Jequitibá	Jusante	Sete Lagoas	180.785	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	0	8	96,2	X	7,7
BV076	Ribeirão Sabará	Sede	Sabará	112.694	Médio	Médio	Médio	Médio	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	0	4	100	7,7	X
BV062	Rib. Água Suja	Jusante	Nova Lima	63.035	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	7,7	84	96,2	X	15,4
BV130	Ribeirão da Mata	Jusante	Vespasiano	59.792	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	30,8	38,5	96,2	X	15,4
BV142	Rio das Velhas	Jusante	Curvelo	59.197	Médio	Ruim	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	26,9	38,5	88,5	X	3,8
BV161	Rib. Sto Antônio	Jusante						Bom		Médio	Médio	Médio	6,7	0	80	X	6,7
BV035	Rio Itabirito	Jusante	Itabirito*	35.245	Médio	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	0	15,4	3,8	X	0

X Parâmetro não aplicável a classe de enquadramento do trecho

\* O município de Itabirito, com população urbana inferior a 50.000 habitantes, foi incluído na tabela, pois o corpo receptor de seus esgotos – rio Itabirito – apresenta predominância de IQA Ruim

esgotos que ainda são lançados clandestinamente sem tratamento no ribeirão Arrudas. As ações do programa "Caça Esgotos", implantado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, deverão alterar esse quadro em futuro próximo.

Situação semelhante foi observada para as concentrações de oxigênio dissolvido e a DBO, conforme apresentado na Figura 25. Verificou-se que, em 2003, houve a menor ocorrência de matéria orgânica no período seco e a maior concentração de oxigênio dissolvido no período chuvoso.

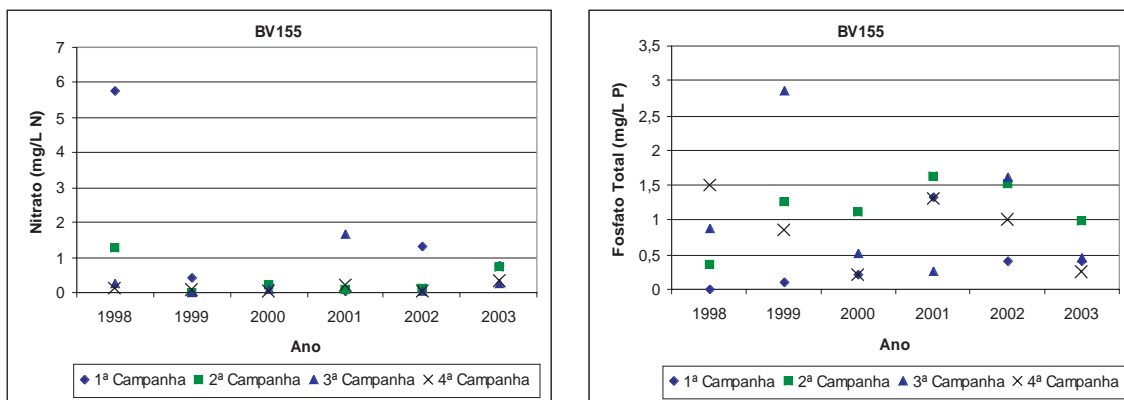


Figura 24 - Evolução temporal de nitrato e fosfato total no ribeirão Arrudas, próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155).

A rede de monitoramento da bacia hidrográfica do rio das Velhas, desenvolvida pelo Projeto Águas de Minas, tem permitido, nestes últimos sete anos, avaliar a tendência geral da qualidade dos seus principais cursos de água. Em razão dos impactos específicos em cada trecho da bacia, deve-se estabelecer uma rede dirigida para os objetivos prioritários.

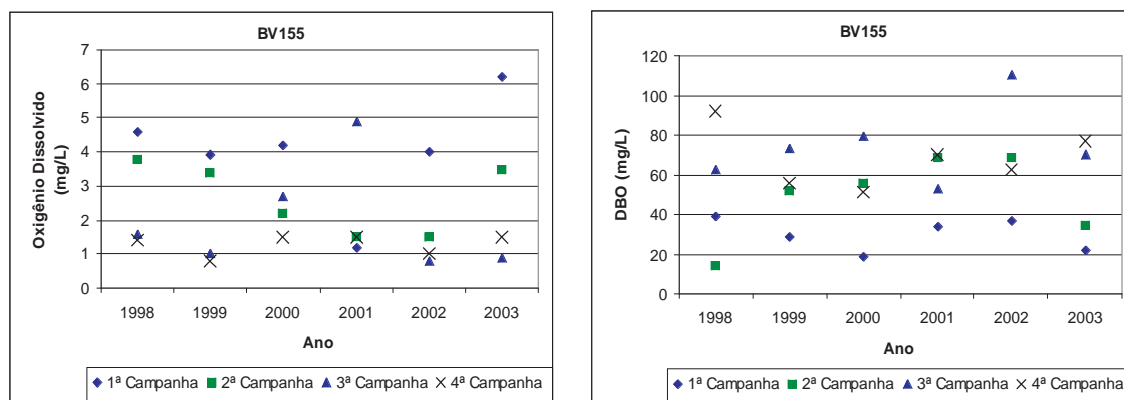


Figura 25 - Evolução temporal de oxigênio dissolvido e DBO no ribeirão Arrudas, próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155).

No caso do alto curso do rio das Velhas, estabeleceu-se, por meio de convênio com o Ministério do Meio Ambiente, a rede dirigida para as atividades minerárias, principal atividade da região. Além disso, foram determinados pontos de amostragem em mananciais de abastecimento, devido a seu grau de importância para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, além de pontos estratégicos para a avaliação dos impactos inerentes aos esgotos domésticos. Para melhor caracterização dos impactos introduziu-se no monitoramento a análise semestral de sedimentos e a análise de parâmetros hidrobiológicos.

Com apenas um ano de amostragem, foi possível examinar a situação geral do alto curso. Os resultados da rede dirigida foram abordados de maneira conjunta com a série histórica do Projeto Águas de Minas e o monitoramento hidrobiológico. Em razão da escassez de recursos provenientes do convênio com o Ministério do Meio Ambiente o trabalho encontra-se impossibilitado, desde julho de 2004, de contemplar as coletas e análises laboratoriais para rede dirigida do alto rio das Velhas. Os resultados preliminares dessa rede de amostragem denotam a importância de manutenção da mesma. Deve-se, portanto, buscar uma forma de sustentabilidade do monitoramento em questão.

A implementação de ações para o controle da poluição nos cursos de água da bacia do rio das Velhas deverá prever o monitoramento por meio de redes dirigidas, como a já realizada em seu alto curso. A sustentabilidade das redes dirigidas deve envolver os usuários que integram a bacia. Pode-se realizar uma parceria entre todos os usuários para a integração dos dados de monitoramento prevendo uma rede única para cada foco da rede dirigida. Com isto, será possível reduzir custos e evitar multiplicidade de resultados para um mesmo problema numa mesma região.

O trecho da Meta 2010, onde se verificam as piores condições de qualidade de água da bacia do rio das Velhas, possui uma rede de monitoramento que evidencia sua situação crítica, não havendo necessidade de uma ampliação que objetive identificar os problemas regionais. Porém, diante das ações de revitalização da bacia, torna-se importante inserir estações de amostragem em locais que possibilitem avaliar a situação antes e após a realização de tais ações. Isto poderá ser feito por meio da implantação de estações de amostragem que permitam avaliar o curso de água a montante e a jusante dos lançamentos das Estações de Tratamento de Esgotos já implantadas ou a serem implantadas. Além disso, deve-se viabilizar ao máximo a captação dos esgotos gerados para que eles cheguem ao local de tratamento.

Em cada um dos oito Municípios definidos como mais críticos em relação aos esgotos domésticos (Belo Horizonte, Contagem, Santa Luzia, Sete Lagoas, Sabará, Nova Lima, Vespasiano e Curvelo), pode-se definir cerca de cinco pontos de monitoramento para uma rede dirigida para os esgotos domésticos com frequência de coleta mensal, para que seja avaliada a efetividade das ações da Meta 2010.

Em relação aos efluentes industriais, o automonitoramento é imprescindível para se avaliar a eficiência das Estações de Tratamento de Efluentes. Além disso, deverá ser feito o monitoramento do curso de água que recebe esses efluentes a montante e a jusante dos lançamentos. Para o monitoramento dos cursos de água, uma parceria entre os empreendedores para a unificação dos dados também é imprescindível.

## **10. IDENTIFICAÇÃO DOS ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS COM ENFOQUE NOS USUÁRIOS DA ÁGUA**

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas, com enfoque na Meta 2010, busca contribuir para a construção de um projeto coletivo e, portanto, os atores sociais estratégicos devem ser identificados e devem estar efetivamente comprometidos com o cenário dos recursos hídricos desejado pelo CBH VELHAS e pela sociedade da bacia.

Esses atores sociais estratégicos devem ser compreendidos, neste Plano, como os representantes dos Poderes Públicos nos níveis estadual e municipal, usuários da água e sociedade civil, conferindo-se destaque aos que fazem parte do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Conforme estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos, a gestão das águas deve ser realizada de forma descentralizada e participativa e os atores acima mencionados têm papel relevante na busca da consolidação da Meta 2010.

Para melhor identificação dos atores estratégicos, será apresentado um panorama dos principais usos da água na bacia, conforme estudos realizados para a bacia do rio das Velhas em 1998, no âmbito do PROSAM e neste diagnóstico.

Os principais usuários das águas da bacia relacionam-se aos setores doméstico, agropecuário e industrial. O uso mais significativo da água é demandado pelo setor doméstico. Para este setor são captados cerca de 12,9 m<sup>3</sup>/s (cerca de 60 % do total). Em seguida, identifica-se o setor agropecuário, com uma captação de águas da ordem de 7,0 m<sup>3</sup>/s (cerca de 33% do total). O setor industrial é responsável por 1,62 m<sup>3</sup>/s ou, aproximadamente, 7 % do total.

Com relação ao uso "Lançamentos", os estudos também mostram que o setor doméstico é responsável por cerca de 73 % do total de lançamentos em superfície.

Dentre os municípios da bacia, poucos são responsáveis pela grande maioria dos usos da água. Apenas Belo Horizonte, Contagem e Sete Lagoas respondem por cerca de 57% de toda a captação da bacia, e 70% de todo o lançamento. Os maiores usuários do setor doméstico são as concessionárias de saneamento, representadas pela COPASA e pelas Prefeituras, que são assessoradas tecnicamente, por meio de convênios, por Serviços Autônomos de Água e Esgoto - SAAE e pela Fundação Nacional de Saúde.

A COPASA é concessionária dos municípios da bacia hidrográfica que apresentam os usos mais significativos, sendo que grande parte está localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH. Para esta Região o sistema de abastecimento de água é efetuado de forma integrada e realizado, principalmente, por meio de captações superficiais, atendendo aos Municípios de Belo Horizonte, Confins, Contagem, Lagoa Santa, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Sabará, Santa Luzia, São José da Lapa e Vespasiano. Nos demais trechos da bacia, a COPASA é responsável pelo atendimento de alguns municípios também considerados usuários significativos, com destaque para Corinto, Curvelo e Matozinhos.

Os Municípios que possuem serviços autônomos de água e também apresentam captações relevantes são Sete Lagoas e Itabirito.

Quanto aos lançamentos, os usuários mais relevantes situam-se, à semelhança das captações, na RMBH, sendo possível destacar, ainda, as concessionárias de esgoto de Sete Lagoas, Corinto, Curvelo, Itabirito e Matozinhos. Pode-se afirmar que apenas a

COPASA - Belo Horizonte, COPASA - Contagem, SAAE - Sete Lagoas e COPASA - Ribeirão das Neves são responsáveis por cerca de 88 % de todo o lançamento da bacia.

Em relação ao setor industrial, o Programa de Ações Imediatas - PAI, gerenciado pela FEAM e pela COPASA, visa ao controle da poluição industrial por meio do monitoramento dos efluentes industriais das trinta e duas empresas mais significativas da bacia, em termos de potencial poluidor. Atualmente, todas as empresas estão com seus esgotos interligados à rede da COPASA, mas há que se fazer um detalhamento mais aprofundado de empresas que não estão ainda adequadas aos padrões de lançamento de efluentes junto à FEAM.

O setor da mineração exerce pressão nos recursos hídricos, sendo necessário que se proponham ações para a regularização e controle dessa atividade, especialmente em relação às empresas de médio e pequeno porte.

A agricultura é uma atividade executada de forma difusa na bacia, sendo o Município de Pirapora o único na bacia com projeto de grande porte na irrigação. As outorgas concedidas para esta atividade no período de 1989 a abril de 2004 demonstram a evolução desse tipo de uso. Considera-se que há necessidade de incentivar a melhoria da eficiência dos métodos de irrigação, visando à utilização racional dos recursos hídricos, bem como dos aspectos relacionados ao uso de agroquímicos.

Por meio desse panorama, conclui-se que os atores sociais estratégicos da bacia correspondem às concessionárias de saneamento, Prefeituras, setores agropecuário, mineral e industrial.

O CBH VELHAS possui o relevante papel de promover a articulação e a negociação entre os atores sociais estratégicos, para que as ações de melhoria das condições sanitárias do rio das Velhas sejam implementadas com o total apoio dos diversos setores.

O tema Proposta de Instrumentos Jurídicos, tratado à frente, abordará de forma preliminar as ações necessárias para a recuperação hidroambiental da bacia junto aos atores estratégicos em questão.



## 11. USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

O conhecimento dos usos múltiplos é fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos, tendo em vista a possibilidade de identificação de conflitos potenciais. A bacia hidrográfica do rio das Velhas é caracterizada principalmente pela presença dos seguintes tipos de uso dos recursos hídricos: abastecimento de água e diluição de efluentes, industrial, mineral e irrigação. Estes usos estão relacionados às atividades econômicas dominantes na bacia.

A geração de energia, a proteção e a preservação das comunidades aquáticas, o turismo e o lazer e a possibilidade de navegação no trecho Sabará-Jaguara Velha também se destacam, constatando-se, assim, a multiplicidade dos usos dos recursos hídricos na bacia do rio das Velhas.

### 11.1 Abastecimento de água e diluição de efluentes

É necessária a intensificação de ações relativas ao saneamento básico na bacia, especialmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte. A implementação da ETE-ONÇA, a agilização do Programa Caça Esgotos, da COPASA, o Programa DRENURBS e o Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte são ações imprescindíveis para a melhoria da qualidade de vida da população, o que refletirá em toda a bacia do rio das Velhas.

O abastecimento é o uso de água mais relevante da bacia. Há que se implementar, por parte das concessionárias, uma gestão dos serviços de abastecimento de água em relação ao controle de perdas.

O abastecimento de água na bacia deve ter como meta a universalização dos serviços em seis anos, pois apesar do alto índice de cobertura nas sedes municipais, os distritos ainda possuem atendimento precário. O atendimento por rede coletora também necessita ser ampliado.

Ressalta-se que o Projeto Saneamento e Cidadania na bacia do rio das Velhas, desenvolvido pela Fundação Estadual do Meio Ambiente em parceria com o Projeto Manuelzão - UFMG, prevê a execução de ações relacionadas à redução da poluição dos cursos d'água por esgotamento sanitário até 2010, em prazos diferenciados para as regiões do alto, médio e baixo curso do rio das Velhas.

### 11.2 Irrigação

É a atividade mais expressiva no trecho médio da bacia hidrográfica do rio das Velhas, com maior percentual de área mecanizada, responsável pela utilização de maior volume de insumos agrícolas - fertilizantes e pesticidas - e pela intensificação do potencial de erodibilidade, causando a degradação dos solos e graves problemas aos cursos d'água.

Do ponto de vista da utilização da água, a irrigação é ainda pouco expressiva e não se dispõe de informações mais atuais sobre os volumes e áreas irrigadas.

Os estudos do PROSAM, realizados por meio de projeção tendencial para o setor agrícola, estimaram para o ano de 2018 uma área plantada de 193.567 hectares e uma área irrigada de 6.074 hectares.

A irrigação constitui uma atividade passível de ser ampliada na bacia. Vislumbra-se, por isto, a necessidade de que seja iniciado um processo de controle e adequação das técnicas de produção utilizadas por meio de um Plano de Controle do Setor Agrícola. Nesse

sentido, foram identificados investimentos no Plano Plurianual Federal - PPA para fomento ao uso racional da água na irrigação.

### **11.3 Industrial**

O setor industrial instalado na bacia do rio das Velhas é bem relevante para o desenvolvimento econômico e social do Estado de Minas Gerais, uma vez que se concentra na Região Metropolitana de Belo Horizonte e adjacências. A demanda para fins industriais é atendida, em grande parte, por meio de captações subterrâneas ou superficiais realizadas pelo próprio setor. Existem 25.120 empresas na bacia, o que corresponde a 26% das empresas do Estado. O número de empregos na bacia equivale a cerca de 245.596, o que corresponde a 33,4% dos empregos no Estado. O PIB industrial na bacia do rio das Velhas representa 29,4% do PIB industrial do Estado (FIEMG/2004). As empresas de grande porte estão continuamente se adequando à legislação ambiental; entretanto, as empresas de médio e pequeno portes e micro-empresas ainda necessitam de maiores informações, bem como de assistência técnica para o cumprimento da legislação ambiental.

### **11.4 Mineral**

Caso não seja desenvolvida com fundamento nos princípios da sustentabilidade, a atividade de mineração pode revelar-se 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. A poluição e o assoreamento dos cursos d'água são considerados as formas mais sérias de dano ambiental associado à lavra e ao processamento de minérios. Os parâmetros de qualidade de efluentes podem ser alterados de diversas formas. Substâncias químicas adicionadas durante o processamento de minérios ou produtos químicos resultantes da interação dos minerais com água de processo representam dois exemplos da influência da mineração na qualidade das águas. Problemas de poluição diferentes precisam ser resolvidos empregando-se métodos e tecnologias apropriadas de controle.

As mineradoras de grande porte, organizadas, já incorporaram em seu sistema de gestão a variável ambiental, o que possibilitou a exploração dos recursos minerais segundo os princípios da sustentabilidade. No Quadrilátero Ferrífero, podem ser citadas algumas dessas empresas que são exemplares, tendo sido inclusive reconhecidas pelo ente ambiental do Estado e certificadas na ISO-14000, como a MBR, SAMARCO, ALCAN, dentre outras. As empresas de pequeno porte e os garimpos, pelo custo elevado do controle ambiental ou pela falta de sensibilidade ecológica, ainda não internalizaram a variável gestão de meio ambiente em suas operações, constituindo um grave e sério problema ambiental, principalmente para os recursos hídricos. Nestes casos, um diagnóstico da situação e o planejamento de ações devem ser implementados pela entidade pública ambiental com vistas à regularização dessas empresas e à revitalização da bacia do rio das Velhas. Um Plano de Controle do Setor Mineral, associado à recuperação ambiental de áreas afetadas pelas atividades de mineração, torna-se atividade significativa para minimizar o passivo ambiental causado pelo segmento.

A mineração sobressai-se como uma das atividades econômicas mais importantes da bacia do rio das Velhas. É responsável por 22% do PIB do Estado de Minas Gerais, sendo 71% no alto, 21% no médio e 8% no baixo rio das Velhas. Atualmente, só a mineração do ferro nesta bacia é responsável por 13% do pessoal da indústria extrativa mineral do Brasil, o que representa no setor mais de 13.000 empregos, sendo que cada três empregos gerados na mineração proporcionam um emprego indireto e sete empre-

gos na cadeia produtiva.

As reservas de minério de ferro inferidas do Brasil são da ordem de 18,5 bilhões de toneladas, das quais 81% localizam-se em Minas Gerais. A produção anual brasileira deste minério atinge o valor de R\$ 3,6 bilhões "in situ mina", sendo superado apenas pelo petróleo. Contribui com R\$ 50 milhões/ano para o CEFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) e R\$ 52 milhões para o imposto sobre a circulação de mercadorias e serviços. Dos valores acima, tanto a produção quanto os impostos, 30% são gerados na bacia do rio das Velhas. A exportação anual brasileira de minério de ferro é da ordem de 156 milhões de toneladas, alcançando o valor de U\$ 3 bilhões e 48 milhões (FOB) da pauta de exportações. Nestes valores, a bacia do rio das Velhas tem uma expressiva participação.

### **11.5 Turismo e Lazer**

A indústria do turismo, na atualidade, é a atividade que apresenta os mais elevados índices de crescimento em termos econômicos no mundo. Na última década, apresentou uma expansão das suas atividades na ordem de 60%. O uso da água para turismo e lazer, associado a um potencial de desenvolvimento turístico, encontra-se em crescimento em vários pontos da bacia.

Destacam-se as lagoas dos Municípios de Lagoa Santa, Sete Lagoas e as áreas da Lagoa dos Ingleses, represa de rio de Pedras, Lagoa do Miguelão, dentre outras, localizadas nos alto e médio cursos da bacia. Ressalta-se a existência de cachoeiras no alto curso, como nos Municípios de Nova Lima, Rio Acima e Itabirito, utilizadas amplamente para fins de recreação e "camping".

As atividades de pesca são exercidas em pontos dispersos da bacia.

### **11.6 Proteção e preservação da comunidade aquática**

A água destinada à preservação da fauna e flora visa à manutenção do equilíbrio ecológico do meio aquático. Segundo a Deliberação Normativa COPAM n.º 10/86, que classifica as águas e define seus usos, as Classes especiais, 1 e 2 são destinadas a esta finalidade.

A proteção e preservação da comunidade aquática está relacionada à definição da vazão ecológica no rio das Velhas e nos seus tributários.

Para a definir as condições em que uma vazão será considerada ecológica, este Plano adotou o método de Tennant, também utilizado no Plano Decenal de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco por ser o mais prático e simples e que estabelece, com base na vazão média de longo período - QMLT (valor médio das vazões de um rio conforme série histórica), a sobrevivência dos peixes: Mínima - 10% da QMLT, Média - 20% da QMLT, Ideal - 30% da QMLT.

Conforme estudos sobre a disponibilidade hídrica superficial foi estabelecida a condição Média (20% da QMLT) para a sobrevivência dos peixes.

Há que se realizar estudos específicos sobre a vazão ecológica para melhor conhecimento do comportamento da fauna e flora. Para o desenvolvimento deste tema, a CEMIG tem a intenção de contratar serviços de consultoria, em parceria com a UFMG.

### **11.7 Navegação**

Várias tentativas de implantar a atividade de navegação comercial regular no rio das Velhas foram registradas, principalmente em meados do século XIX.

Em 1867, o presidente da Província, Saldanha Marinho, celebrou um contrato com o engenheiro Henrique Dumont, pai do inventor Santos Dumont, visando ao estabelecimento da navegação no rio das Velhas "para transporte de passageiros e cargas". Como resultado, dois anos após, Henrique Dumont realizou a viagem inaugural do navio a vapor "Saldanha Marinho", que chegou até Boa Vista, em Pernambuco, após passar por inúmeros obstáculos, que acabaram por determinar o seu abandono no porto Guaicuí, sendo este o registro mais expressivo neste sentido.

Posteriormente, empresas do setor siderúrgico do Município de Lassance contrataram estudos de consultoria especializada visando à análise da viabilidade técnico-econômica do escoamento da carga por via fluvial. Apesar das conclusões favoráveis, a navegação naquele rio não chegou a ser implantada.

Embora o rio das Velhas faça parte do "Sistema Hidroviário Nacional", de acordo com o "Plano Nacional de Viação", a implantação de uma navegação comercial realizada por meio de comboios e barcaças em um trecho economicamente viável deverá requerer um conjunto de obras de derrocamento e de transposição de desníveis, o que apresentará um custo excessivamente elevado.

Entretanto, a navegação de cunho turístico no trecho de 135 km, de Sabará a Jaguará Velha (Figura 26), no Distrito de Mocambeiro, por meio de barcos de médio porte, de até 50 passageiros, em calado de 60 cm, afigura-se como viável, de vez que não existem obstáculos acentuados em sua extensão e a qualidade da água foi sensivelmente melhorada. Sua implantação requer, contudo, uma análise batimétrica para identificação de rochas, bancos de areia e da declividade de todo o trecho.

### **11.8 Geração de energia**

A bacia do rio das Velhas tem nove pequenas usinas hidroelétricas, quais sejam, Paraúna, Rio de Pedras (CEMIG), E Nova, E, D, F, B, G (Morro Velho) e Marzagão (FERTILIGAS), que influenciam pouco na regularização dos rios onde se localizam – Velhas, Paraúna, Capitão do Mato e Arrudas, respectivamente. São usinas que operam a fio d'água, ou seja, com a vazão afluyente e cujos reservatórios são pequenos, não apresentando uma atuação significativa como regularizadores dos cursos de água onde se localizam. Destaca-se que Rio de Pedras está bastante assoreada, o que reduz ainda mais a possibilidade de regularização.

Apesar da baixa capacidade de regularização, no período chuvoso a CEMIG reduz o nível de armazenamento do reservatório de Rio de Pedras a fim de amortecer o impacto de uma onda de cheia, e mantém sempre a comunidade informada sobre as variações da vazão à jusante de Rio de Pedras.

Ainda sobre a atuação da CEMIG na bacia do Velhas, ressalta-se que o rio Itabirito é monitorado com os objetivos de (1) verificar de onde vem um aumento de sua afluência – se de Rio de Pedras ou do próprio rio Itabirito – e (2) manter as comunidades a jusante informadas sobre as variações da vazão. Existem na bacia, ainda, os seguintes estudos para aproveitamento hidroenergético: Cedro, Quartel, Paraúna 2 (ampliação), Santo Hipólito, Rodeado e Alívio. Três dessas usinas são de grande porte, com as seguintes capacidades instaladas: Santo Hipólito, com 95 MW, Alívio, com 90 MW, e Cedro, com 80 MW.

A principal diretriz associada ao uso para geração de energia elétrica consiste no conhecimento prévio e na compatibilização dos usos múltiplos dos recursos hídricos demandados, pois seu crescimento implica tendência de diminuição da disponibilidade hídrica para produção de energia nas usinas localizadas na bacia. Para promover essa com-

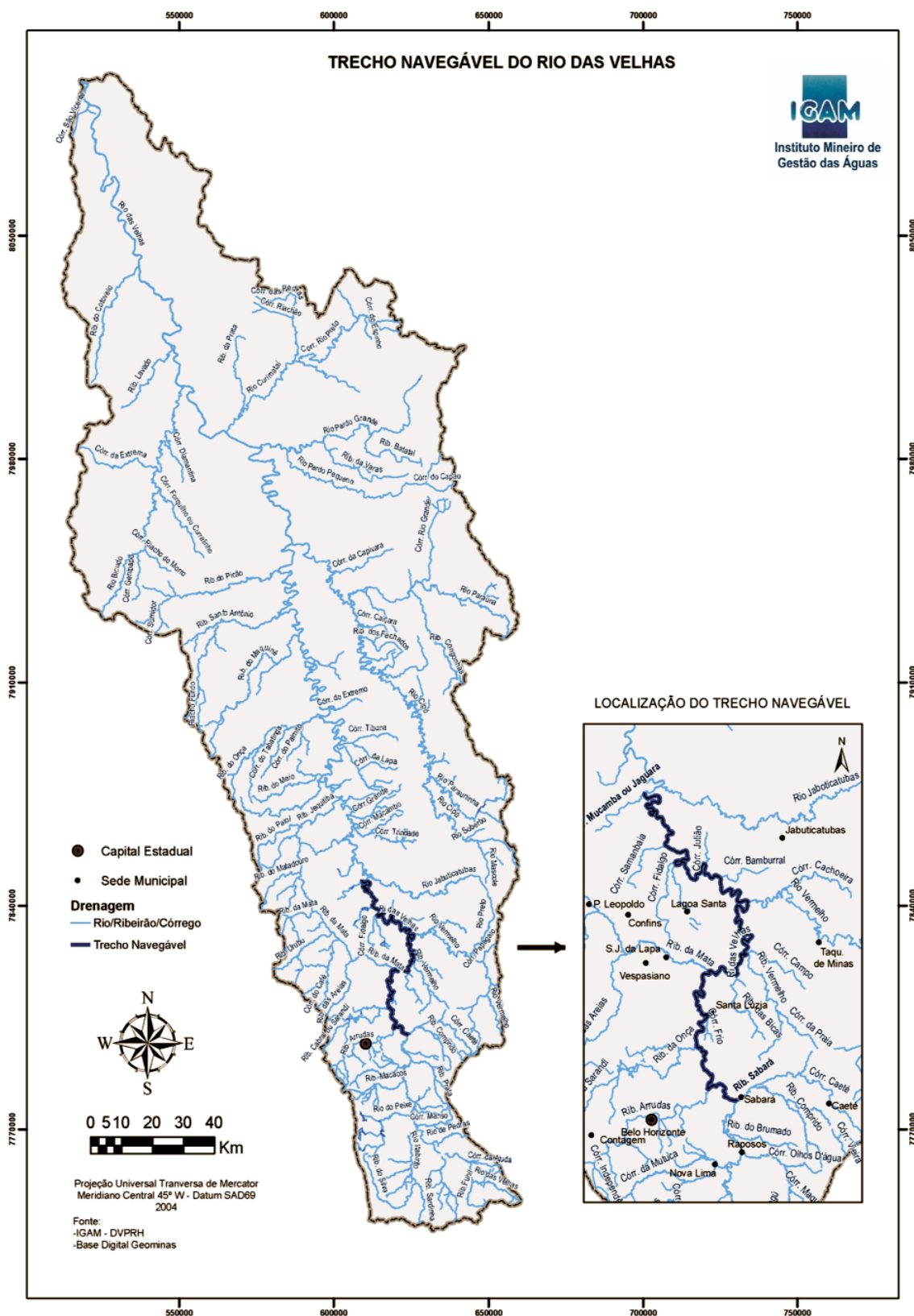


Figura 26 - Trecho navegável do Rio das Velhas

patibilização, é importante que o planejamento do setor elétrico esteja em conformidade com este Plano Diretor, levando em conta as restrições verificadas para atendimento dos diversos usos e possibilitando a implementação de alternativas energéticas para a região que reduza os impactos sobre os requisitos hidráulicos.

Este Plano recomenda que o setor elétrico identifique, quantifique e implemente todas



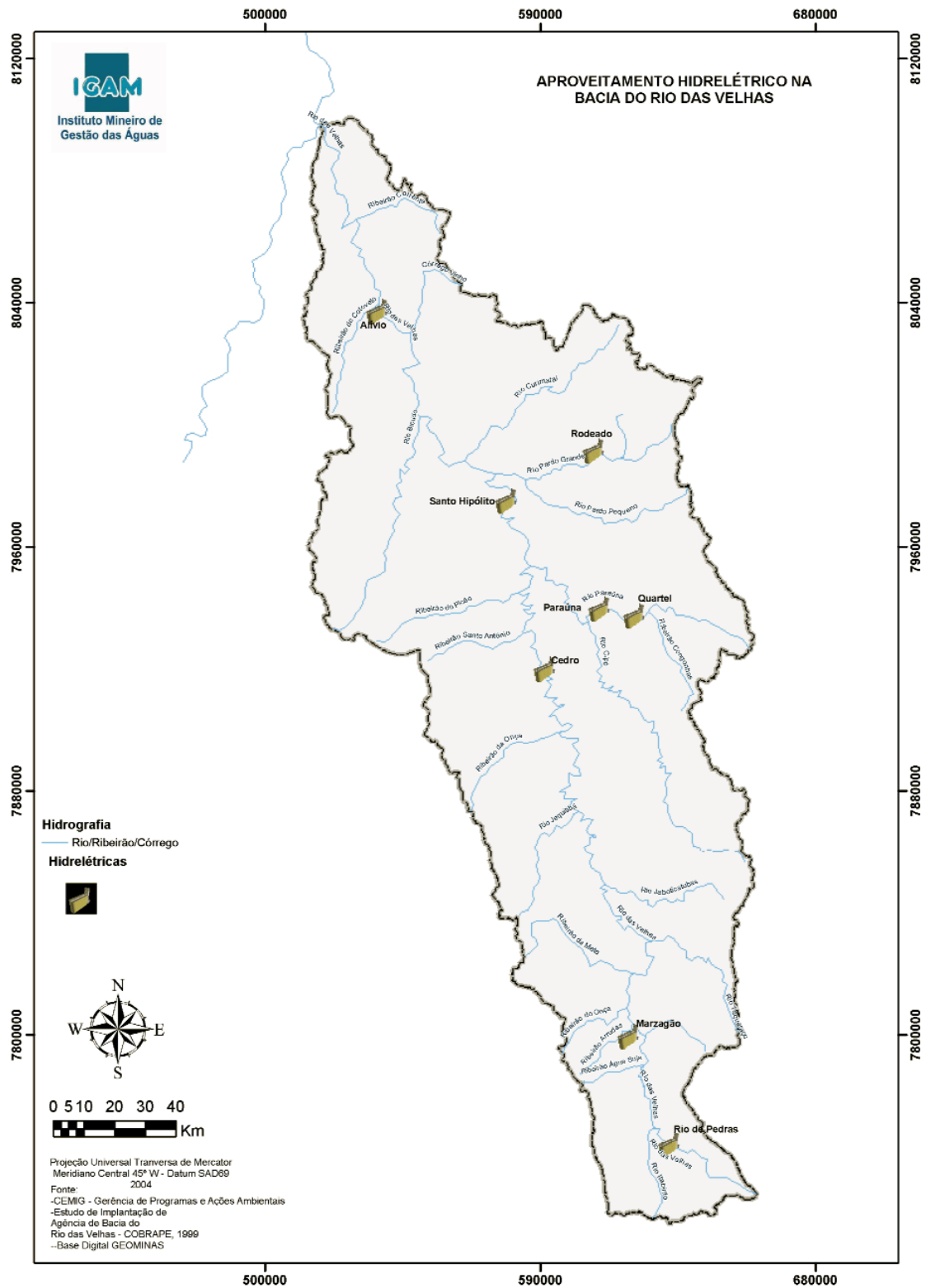


Figura 27 - Potencial hidrolétrico na bacia do rio das Velhas

as medidas preventivas necessárias para que não haja conflitos com outros setores usuários dos recursos hídricos da bacia do rio das Velhas.

### 11.9 Aproveitamento dos usos múltiplos

A implantação de obras de regularização de vazões fica condicionada à realização de estudos mais detalhados, sendo que tais obras justificam-se somente para resolver os problemas relacionados à geração de energia elétrica.



## 12. IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS POTENCIAIS

Os usos múltiplos na bacia do rio das Velhas causam conflitos entre si, e são mais evidentes quando analisados sob o ponto de vista qualitativo. Destaca-se a diluição de efluentes concorrendo com os usos mais nobres como o abastecimento de água, recreação de contato primário e proteção e preservação da comunidade aquática, o que vem gerando a mortandade de peixes na bacia.

Em relação ao aspecto quantitativo, a demanda de água na bacia do rio das Velhas, resguardado o critério de outorga atualmente aplicado em Minas Gerais, supera fortemente a disponibilidade hídrica. Verifica-se, também, que o critério para o cálculo da disponibilidade hídrica é bastante restritivo para a bacia. No entanto, os conflitos gerados pela demanda de água não surgem apenas do uso de critérios restritivos, pois a distribuição das demandas não é uniforme ao longo da bacia.

Conforme a distribuição das outorgas na bacia e partindo-se da premissa de que as demandas reais seguem o mesmo padrão de distribuição nota-se que na região com menor disponibilidade hídrica concentram-se as maiores demandas de água. Com efeito, entre as latitudes 19° e 21°, região a montante da bacia, a densidade de outorgas é bastante superior ao restante da bacia. Essa região é a que possui menor quantidade de água, uma vez que é uma região de nascentes e de cursos d'água de pequeno porte.

Além disso, a região a montante da bacia é a que concentra a maior densidade populacional e maior capacidade de investimento. Isto impulsiona o consumo de água e, conseqüentemente, o exaurimento dos recursos naturais.

Somado ao quadro apresentado, há predominância de usos diferentes em diferentes regiões da bacia. A Região Metropolitana de Belo Horizonte concentra o uso para abastecimento humano, a região central da bacia concentra usos industriais e a região a jusante concentra usos agropecuários e industriais.

Em relação às águas subterrâneas, são destacadas duas áreas da bacia do rio das Velhas onde já existem grandes conflitos pelo uso, e que requerem prioridade para seu o gerenciamento devido à sua importância regional.

### 12.1 Quadrilátero Ferrífero

A demanda pelo uso da água para abastecimento da RMBH, o intenso desenvolvimento da atividade minerária, a crescente ocupação urbana e a forte expansão imobiliária por condomínios residenciais de classe alta e de lazer vêm configurando um cenário de aparente incompatibilidade de usos na região, que tende a gerar conflitos de interesse inconciliáveis, certamente, com grande repercussão nas questões socioeconômicas da região.

O Quadrilátero Ferrífero abriga grande parte da Área de Proteção Ambiental ao Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte - APA SUL. Esta unidade de conservação foi criada por meio do Decreto Estadual n.º 37.812 de 1996 com o objetivo de compatibilizar os diversos interesses econômicos e sociais da região, quais sejam, mineração, abastecimento público, expansão urbana e lazer com a necessária proteção e conservação dos sistemas naturais, especialmente seus recursos hídricos. A implantação dessa APA depende, ainda, da elaboração de seu zoneamento ecológico-econômico.

### 12.2 Área de preservação ambiental - APA Carste Lagoa Santa

A região denominada APA Carste de Lagoa Santa faz parte da Grande Belo Horizonte e, como tal, encontra-se sujeita às fortes pressões do turismo e da expansão urbana e

industrial da metrópole. Isto tem acarretado conseqüências indesejáveis para os recursos hídricos da região, tais como a ocupação desordenada de áreas de recarga e lançamento de efluentes domésticos e agrícolas nos corpos d'água.

Além disso, as características naturais de ambientes cársticos possibilitam uma situação diferenciada em relação aos demais tipos de aquíferos, originando paisagens bastante diversificadas, com surgências e ressurgências de água subterrânea freqüentemente junto a abrigos e cavernas. Com o processo de ocupação, verificou-se uma dependência única da exploração dessas águas. Atualmente, quase 100% das águas disponíveis para abastecimento na região são subterrâneas.

### **12.3 Recomendações do Diagnóstico**

- Recomenda-se a definição de ação conjunta, a ser adotada pela FEAM, concessionárias de água e esgoto, Prefeituras e pelo Ministério Público, com a participação do CBH Velhas e de sua Agência de Bacia, a fim de priorizar a implantação e otimização dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios da bacia do rio das Velhas, especialmente Belo Horizonte, Contagem, Santa Luzia, Sete Lagoas, Sabará, Nova Lima, Vespasiano e Curvelo.
- Atualmente, o critério existente para concessão de outorga de água subterrânea é baseado na capacidade de produção do poço informada. Recomenda-se que este critério seja revisto, a fim de considerar os efeitos da exploração das águas subterrâneas na diminuição das vazões superficiais, garantindo a manutenção das vazões mínimas exigidas nos rios.
- Na sub-bacia denominada JEQ-01-00, onde se localiza o Município de Sete Lagoas, seria recomendável a revisão de estudos existentes a fim de avaliar e evitar a possibilidade de superexploração dos aquíferos na área.
- Na região do Quadrilátero Ferrífero, recomenda-se a observância dos estudos e projetos já realizados para a implantação da APA SUL e do subprojeto "Avaliação das Interferências Ambientais da Mineração nos Recursos Hídricos na bacia do Alto Rio das Velhas" (IGAM, 2002), para o gerenciamento dos recursos hídricos da região e a compatibilização dos seus usos, minimizando os conflitos.
- Na região cárstica de Lagoa Santa, recomenda-se que sejam observadas as diretrizes do Zoneamento Ambiental da APA Carste de Lagoa Santa e as considerações feitas neste Plano, de modo a compatibilizar os interesses múltiplos pelo uso da água e do solo. Em se tratando de um ambiente frágil e suscetível de contaminação dos aquíferos, cabe a tomada de providências para coibir práticas que possam causar a deterioração desses recursos em áreas julgadas de alta, muito alta e de extrema vulnerabilidade.

## 13. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOBRE OUTORGA DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

### 13.1 Levantamento das informações sobre outorga para águas superficiais

#### 13.1.1 Análise dos Dados

A partir dos dados fornecidos pelo IGAM em sua página eletrônica na Internet, estabeleceu-se a relação de outorgas concedidas até o mês de abril de 2004. No total, foram concedidas trezentas e trinta e cinco outorgas para uso de recursos hídricos superficiais.

A Tabela 39 mostra o número de outorgas e a vazão total outorgada relativamente a cada solicitação de uso na bacia.

Tabela 39 - Outorgas na bacia do rio das Velhas - Critério: uso requerido (2004)

Uso	Nº de Outorgas		Vazão (m³/s)	
	Obsoluto	Porcentagem	Obsoluto	Porcentagem
Abastecimento	20	5,97	6,794	41,72
Aqüicultura	37	11,04	0,041	0,25
Consumo Humano	11	3,28	0,054	0,33
Contenção de Sedimentos	8	2,29	0,020	0,12
Controle de Cheias	6	1,79	0,000	0,00
Dessedentação de Animais	19	5,67	0,016	0,10
Disposição de Rejeitos	2	0,60	0,000	0,00
Extração Mineral	6	1,79	0,006	0,04
Irrigação	149	44,48	7,671	47,11
Uso Industrial	54	16,12	1,680	10,32
Outros	23	6,87	0,002	0,01
Total	335	100	16,284	100

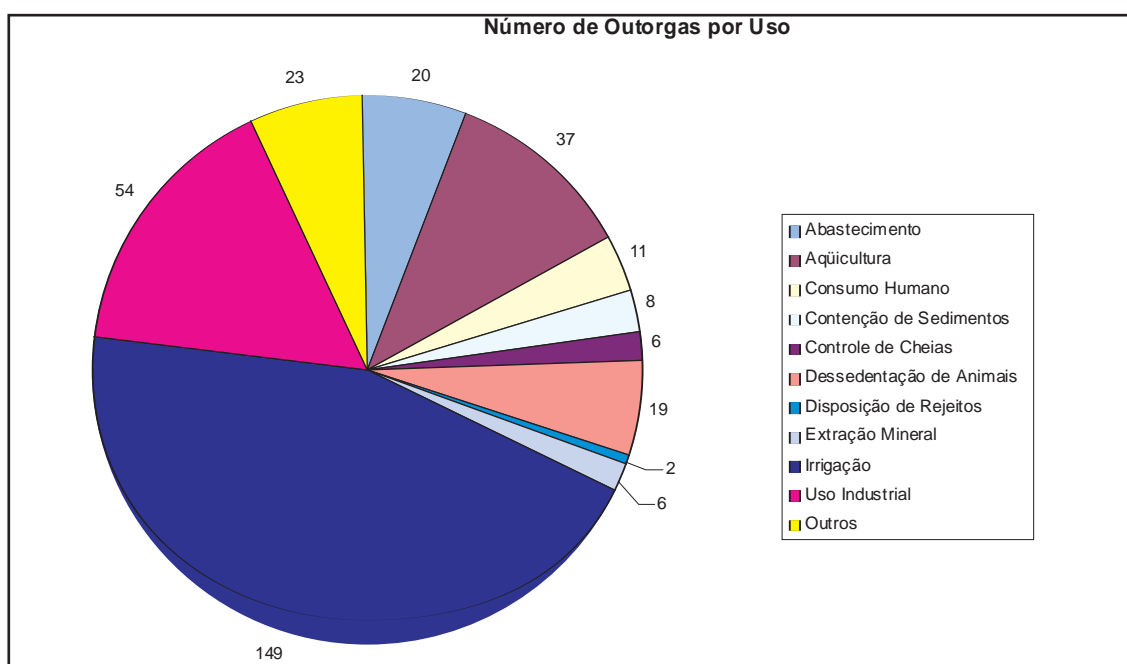


Figura 28 - Número de outorgas por uso (2004)

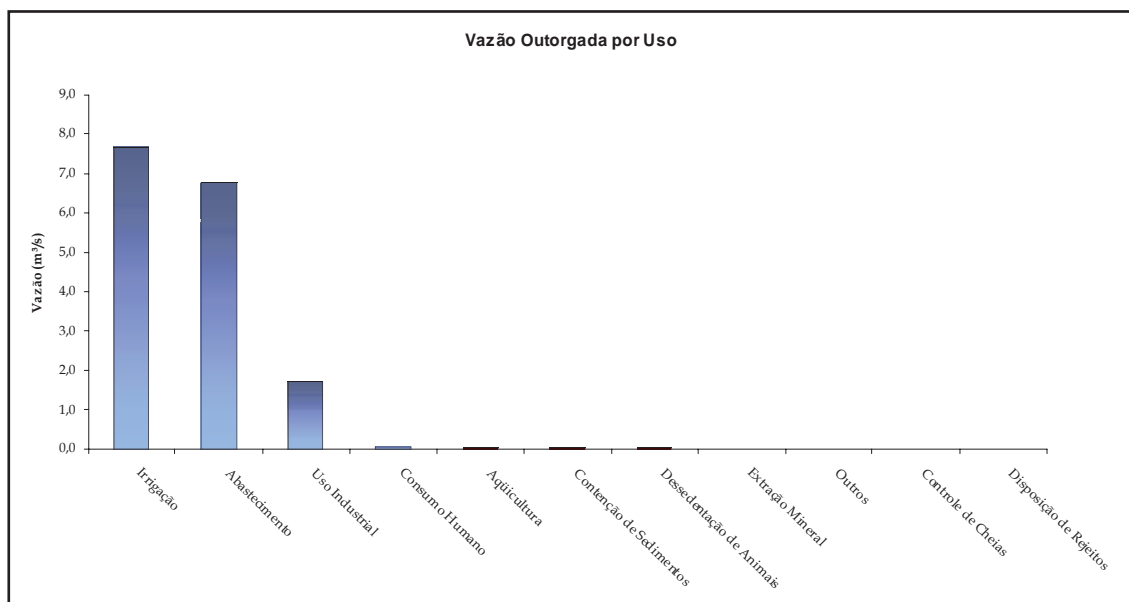


Figura 29 - Vazão outorgada por uso (2004)

### 13.2 Evolução das Outorgas

A tabela a seguir mostra a evolução temporal das outorgas na bacia. Nota-se uma clara intensificação do uso dos recursos hídricos. Para se ter uma idéia do notável crescimento de tal uso, o número de outorgas concedidas até o mês de abril de 2004 já se igualava ao número total de outorgas concedidas em 2000 (Veja Figura 30).

Tabela 40 - Evolução temporal das outorgas

Ano	N° de Outorgas		Vazão (m³/s)	
	Obsoluto	Acumulado	Obsoluto	Acumulado
1989	1	1	0,487	0,487
1990	2	3	0,025	0,512
1991	2	5	0,135	0,647
1992	1	6	0,028	0,675
1993	8	14	0,630	1,305
1994	16	30	7,123	8,428
1995	8	38	0,295	8,723
1996	4	42	0,103	8,826
1997	17	59	0,680	9,506
1998	15	74	0,612	10,118
1999	10	84	0,961	11,079
2000	41	125	2,240	13,319
2001	48	173	1,164	14,483
2002	63	236	0,908	15,391
2003	59	295	0,214	15,605
2004	40	335	0,679	16,284

### 13.3 Levantamento das informações sobre outorga para água subterrânea

Os dados disponíveis na página eletrônica do IGAM (<http://www.igam.mg.gov.br>) indicam que foram concedidas trezentas e vinte e nove outorgas para uso de recursos

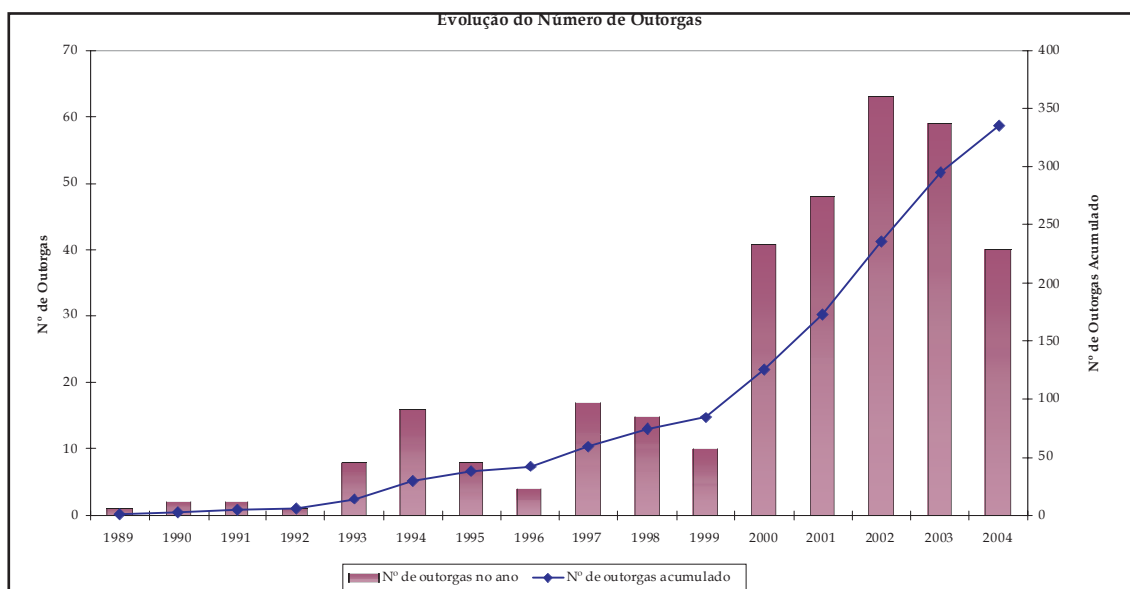


Figura 30 - Evolução temporal do número de outorgas na bacia

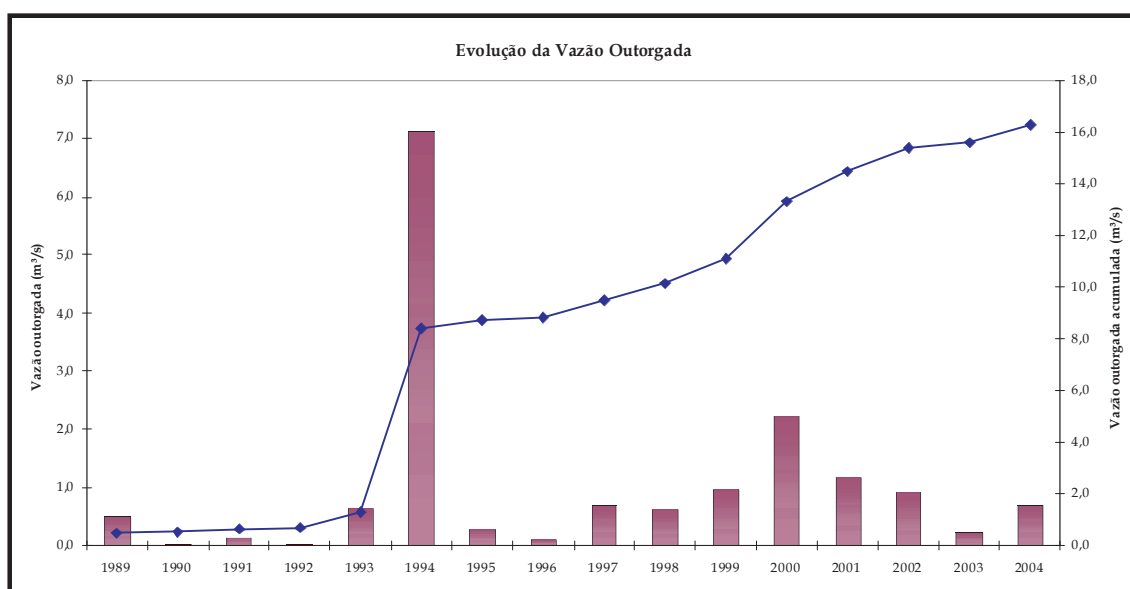


Figura 31 - Evolução temporal da vazão outorgada na bacia

hídricos subterrâneos até o mês de abril de 2004. O total de outorgas concedidas na bacia do rio das Velhas ainda é bastante reduzido em relação à quantidade de usuários de água subterrânea na bacia, considerando-se, sobretudo, que os limites da unidade territorial enfocada englobam grande parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

A tabela 41 mostra o número de outorgas concedidas e a vazão total relativamente a cada uso das águas subterrâneas outorgado na bacia. Ressalte-se que, sendo algumas outorgas concedidas para usos múltiplos, estas vazões são aproximadas, pois, nas referidas condições, não é possível precisar cada uma delas particularmente.

Os dados mostram que o principal uso das águas subterrâneas, em termos de vazão, refere-se ao abastecimento público e à aplicação industrial. Isso ocorre porque as águas subterrâneas têm boas condições, em geral, para a satisfação de tais fins, o que reduz os custos para tratamento, bem assim devido à proximidade dos pontos de captação em relação aos usuários (sobretudo no caso de indústrias). Ressalte-se que o rebaixamento do nível d'água em minerações, embora corresponda a um pequeno número de outorgas concedidas, representa uma parcela considerável da vazão outorgada total. Conquanto

consista num uso não consuntivo da água, o rebaixamento do lençol freático pode provocar significativas alterações no regime hidrodinâmico subterrâneo, acarretando impactos na disponibilidade hídrica do entorno.

Tabela 41 - Outorgas para uso de água subterrânea da bacia do rio das Velhas

Uso	Nº de outorgas		Vazão (m³/s)	
	Absoluto	Porcentagem	Absoluto	Porcentagem
Abastecimento	112	34,0	1,637	55,6
Consumo humano	78	23,8	0,2	6,8
Dessedentação de animais	8	2,4	0,029	1,0
Indústria	93	28,3	0,528	17,9
Irrigação	22	6,7	0,116	4,0
Lavagem de veículos	11	3,3	0,001	0,04
Rebaixamento de nível d'água	3	0,9	0,43	14,6
Recreação/paisagismo	2	0,6	0,002	0,05
Total	329	100,0	2,943	100,0

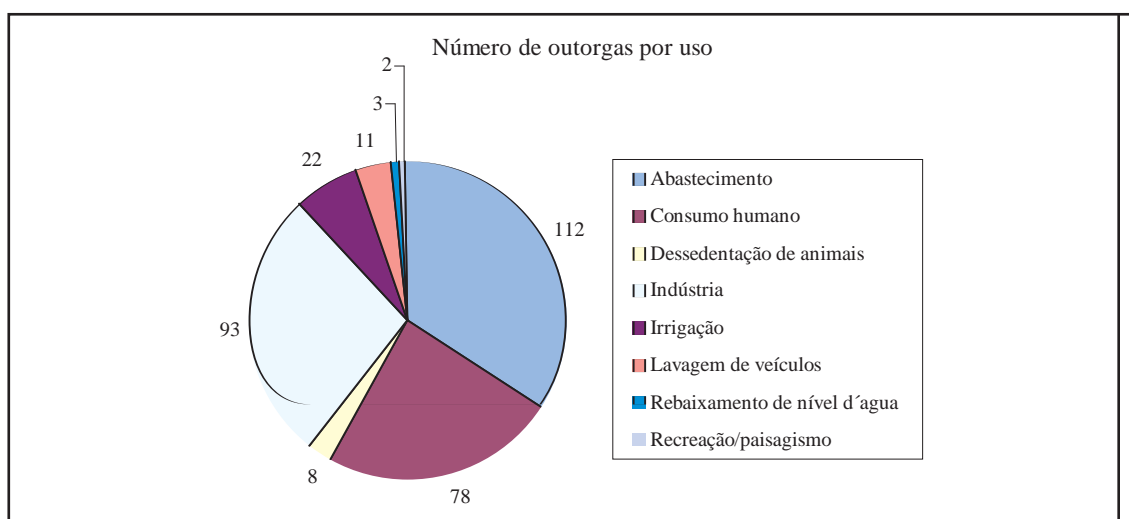


Figura 32 - Número de outorgas para uso de água subterrânea

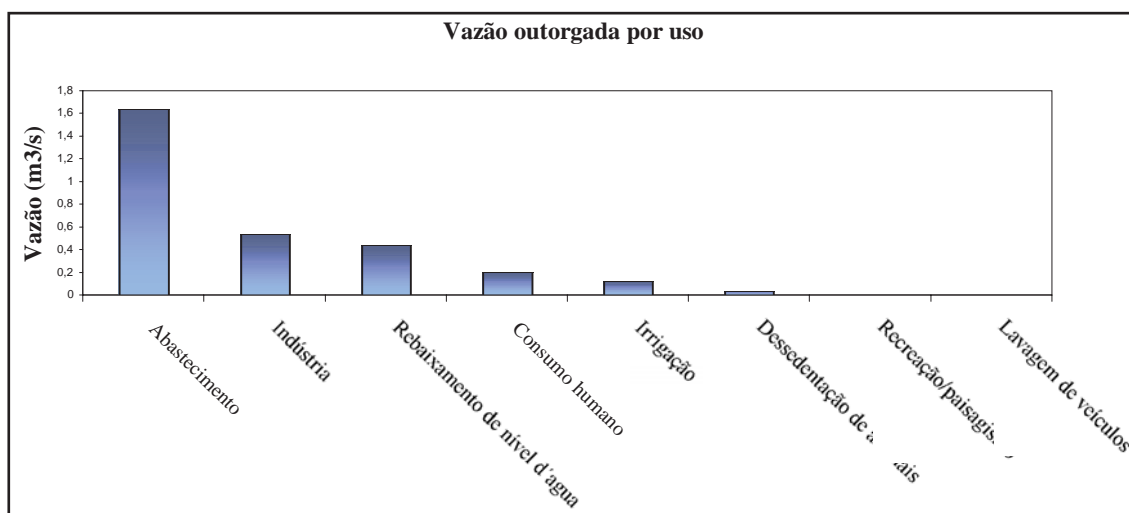


Figura 33 - Número de outorgas para uso de água subterrânea



### 13.3.1 Evolução das outorgas

A tabela 42, a seguir, mostra a evolução temporal da concessão de outorgas para águas subterrâneas na bacia, de 1995 a abril de 2004. Verifica-se que há uma tendência de crescimento relativamente constante, tanto para o número de outorgas concedidas como para as vazões totais outorgadas.

Tabela 42 - Evolução temporal das outorgas para água subterrânea

ANO	N°. de outorgas		Vazão (m <sup>3</sup> /s)	
	Absoluto	Acumulado	Absoluto	Acumulado
1995	1	1	0,000	0,000
1996	6	7	0,090	0,090
1997	29	36	0,463	0,553
1998	57	93	0,979	1,532
1999	5	98	0,046	1,578
2000	17	115	0,447	2,025
2001	21	136	0,200	2,226
2002	63	199	0,238	2,463
2003	52	251	0,221	2,684
2004	78	329	0,259	2,943

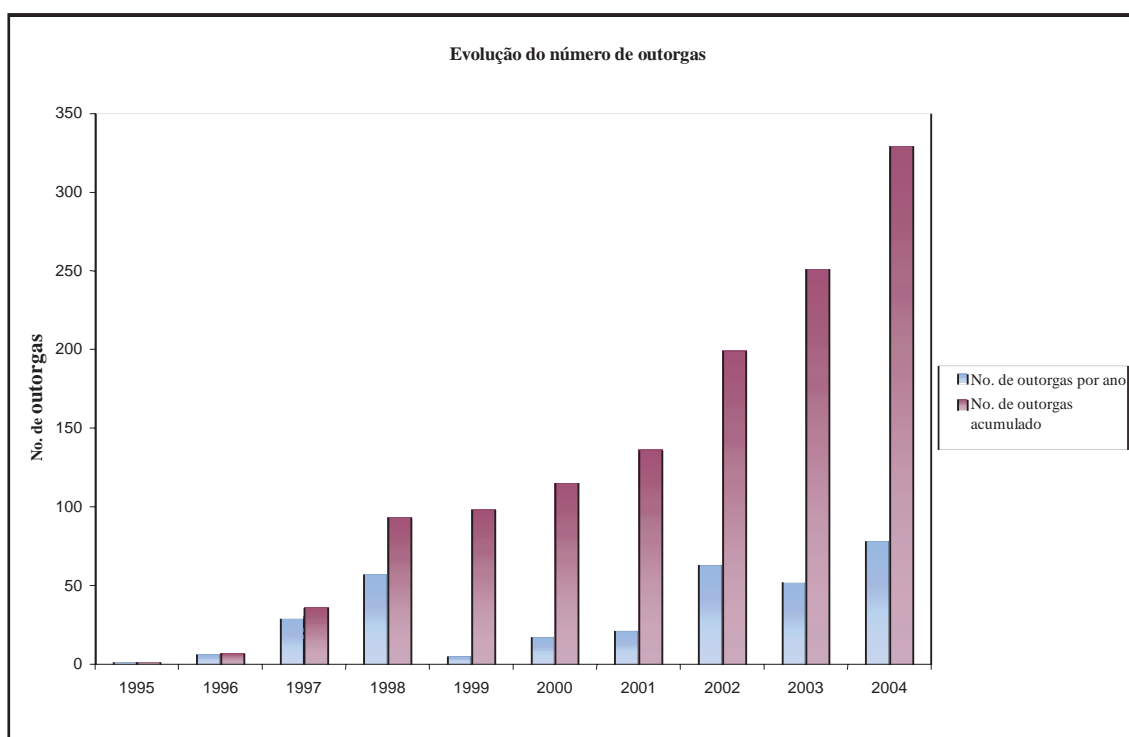
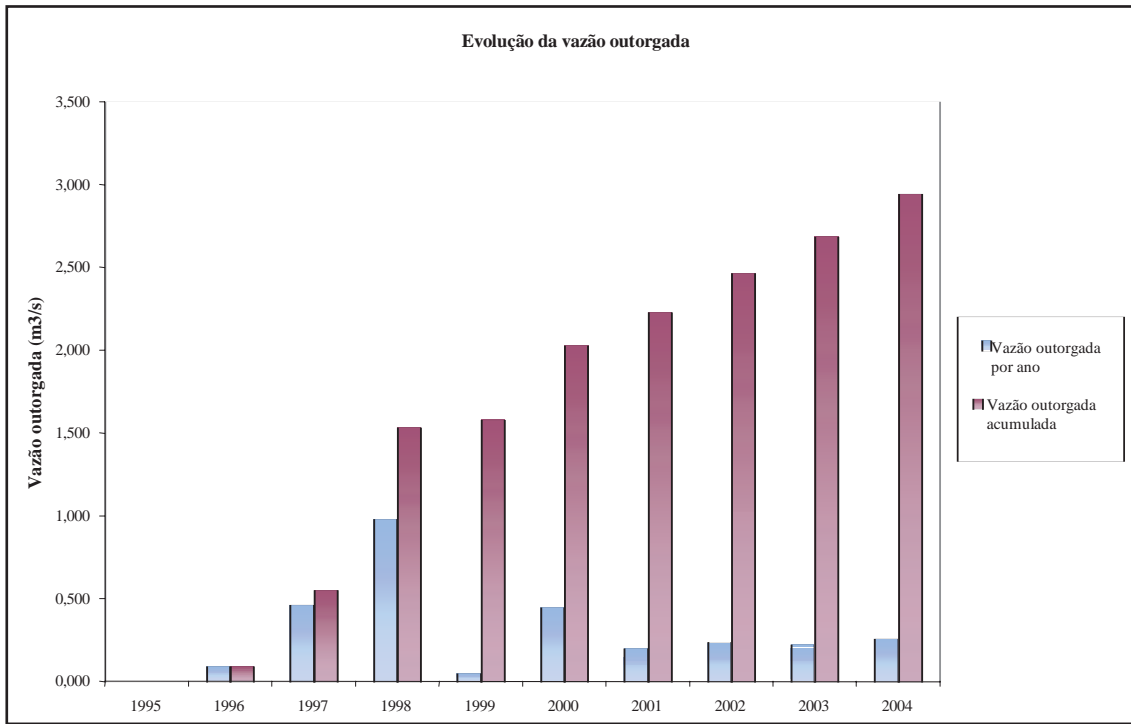


Figura 34 - Evolução temporal do número de outorgas concedidas para água subterrânea



**Figura 35 - Evolução temporal da vazão outorgada para água subterrânea**

# **PARTE II**

## **INSTRUMENTOS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**



## 14. PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIO PARA OUTORGA NA BACIA

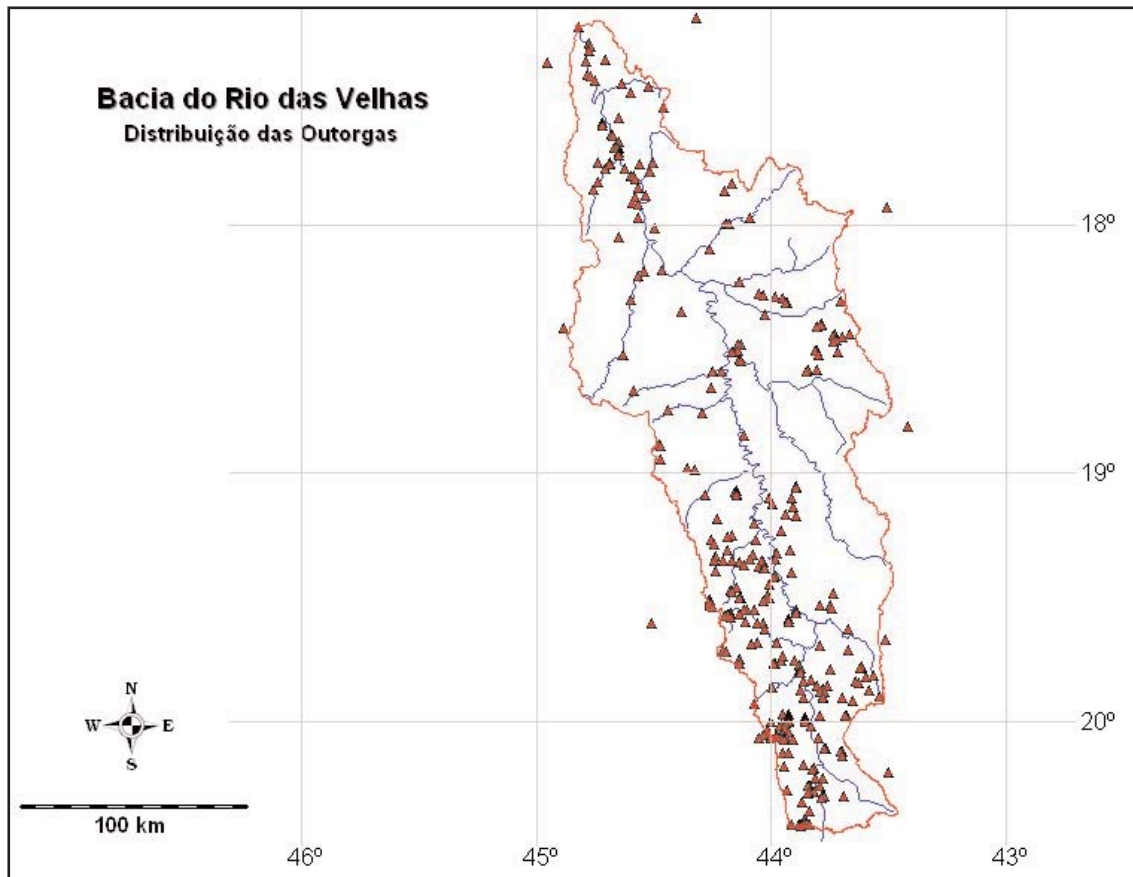


Figura 36 - Distribuição das outorgas na bacia do rio das Velhas

### 14.1 Avaliação do critério de outorga

A definição do critério de outorga pode ser feita de dois modos: primeiro, por meio de estudos ambientais destinados a mostrar a vazão residual mínima que um curso d'água pode ter; e, adicionalmente, levando-se em consideração a possibilidade de todos os empreendimentos (consumo) serem abrangidos pela vazão máxima outorgável. O primeiro modo é o ideal; no entanto, a bacia do rio das Velhas não possui os estudos ambientais aludidos. Sendo assim, a avaliação aqui apresentada levará em consideração o segundo modo.

A definição do critério pode ser regional. Ou seja, para cada trecho da bacia pode-se definir um critério diferente. Neste caso, pode haver conflitos entre usuários de micro-bacias vizinhas, se estas apresentarem critérios diferentes. Portanto, será definido um critério único para toda a bacia do rio das Velhas.

Outro ponto a ser considerado é a estimativa de vazão a ser utilizada. A seguir, são apresentadas algumas considerações sobre cada estimativa.

$Q_{7,10}$  - O uso de vazões associadas a períodos de retorno tem a vantagem de permitir ao usuário planejar seu empreendimento com base no risco de a vazão, em razão de fatores ambientais, ser menor que a outorgada/estimada para o ponto de intervenção. No caso da  $Q_{7,10}$ , há a probabilidade de 10% (dez por cento) de a vazão real do curso d'água ser menor ou igual ao valor estimado ( $Q_{7,10}$ ) em um ano qualquer. Se um empreendedor pretende, por exemplo, realizar um projeto com vida útil estimada de cinco anos, pode-se

demonstrar a probabilidade de cerca de 41% de a vazão do curso d'água ser inferior (uma vez nos 5 anos) a  $Q_{7,10}$ .

Isso mostra que o emprego desse tipo de referencial permite um melhor planejamento do investimento a ser realizado. No entanto, o cálculo das vazões exige conhecimentos mais aprofundados de hidrologia estatística, especialmente em relação ao conceito de período de retorno.

Tecnicamente, o cálculo de vazões associadas a períodos de retorno ou de probabilidade de falha exige técnicas estatísticas mais apuradas. As estações fluviométricas a serem consideradas devem possuir dados em grande número e confiáveis.

$Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  - Já as vazões de permanência no tempo são mais fáceis de serem calculadas, exigindo menos conhecimento técnico para sua determinação. O conceito de permanência no tempo é de fácil compreensão ("vazão que o rio escoar em 90% ou 95% do tempo"). Essas vazões são bastante utilizadas em vários projetos de recursos hídricos, como os relacionados à navegação, geração de energia, ao abastecimento público etc.

Além disso, são mais facilmente "regionalizáveis" e não exigem técnicas avançadas de análise estatística. No entanto, as vazões enfocadas não podem ser associadas a períodos de retorno ou de probabilidades de falha.

Diante das avaliações anteriores, verifica-se que o referencial de estimativa que melhor se aplica à bacia do rio das Velhas é a vazão de permanência. Dentre as várias permanências possíveis, a que deve ser aplicada é a de 95% do tempo. Essa escolha tem em vista a unificação de todos os usuários da bacia sob o mesmo critério. Como o setor elétrico já utiliza tal permanência, e os demais não têm uma padronizada, o Plano sinaliza a aplicação desse critério à bacia.

É pertinente ressaltar que a quantidade de água a ser retirada da bacia será a mesma, independente do critério adotado.

## **14.2 Vazão Ecológica**

### **14.2.1 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 (Tennant, 1976). De acordo com Matola e Leestemaker (2000), o método de Tennant têm sido o segundo método mais utilizado para determinação de vazões mínimas em países desenvolvidos, seguindo o método IFIM (o qual não pode ser aplicado ao caso em questão pela falta de dados hidráulicos). Baseado no histórico das vazões fluviais, o autor categorizou as condições de habitat para os rios em função das estações do ano e percentagens da vazão média anual. A vazão ecológica é estimada como simples percentagem da vazão média anual natural, preferentemente em uma base sazonal. A Tabela 43 apresenta as recomendações do método de acordo com a época do ano.

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 - haveria dificuldade de passagem em trechos dos rios, e excessiva concentração de peixes em trechos localizados. É recomendado também o uso de vazões altas, periodicamente, para remoção de silte, sedimentos e outros materiais finos dos leitos dos rios. (Lanna, A. E. e Benetti, A.D.[19--] ).

Tabela 43 - Recomendação de vazões pelo método de Tennant para peixes, vida aquática e recreação

CONDIÇÃO DO RIO	VAZÃO RECOMENDADA	
	Outubro - Março (seco)	Abril - Setembro (chuvoso)
Máxima	200% da Q <sub>mlt</sub>	
Faixa ótima	60 a 100% da Q <sub>mlt</sub>	
Excepcional	40%	60%
Excelente	30%	50%
Boa	20%	40%
Regular ou em degradação	10%	30%
Má ou mínima	10%	10%
Degradação severa	10% da Q <sub>mlt</sub>	

Fonte: Lanna, A. E. e Benetti, A.D.[19--]

### 14.3 Comportamento da Bacia

Para simular o comportamento da bacia sob condições de escoamento da vazão ecológica foi utilizado o seguinte modelo:

$$Q_{d,i}^j = Q_{est,i}^j - Q_{cons}^j - Q_{eco,i}^j$$

Vazão defluente

onde,

$Q_{d,i}^j$  - Vazão defluente da região j no mês i

$Q_{est,i}^j$  - Vazão média diária da estação fluviométrica à saída da região j no mês i

$Q_{cons}^j$  - Vazão de consumo na situação mais crítica (cenário ideal - fim de plano) para a região j

$Q_{eco,i}^j$  - Vazão ecológica (método de Tennant) para a região j no mês i (adotou-se 20% da Q<sub>mlt</sub> de cada região para toda a série simulada)

As estações fluviométricas utilizadas e a saída de cada região foram compatibilizadas de acordo com seu período comum de funcionamento. Desta forma, o modelo foi simulado entre os meses de maio de 1949 a dezembro de 2001. As estações utilizadas foram:

- Região CP6 - Ponte Raul Soares (Código 41340000) em Lagoa Santa;
- Região CP7 - Santo Hipólito (Código 41818000) em Santo Hipólito;
- Região CP8 - Várzea da Palma (Código 41990000) em Várzea da Palma.

Os resultados da simulação mostram que as falhas encontradas são pequenas em relação ao período simulado e estão condizentes com os riscos inerentes aos processos hidrológicos. No entanto, verifica-se a necessidade de se definir critérios de outorga de forma mais maleável, de modo que as vazões permitidas por lei possam variar por período e por região.



Tabela 44 - Número de falhas/porcentagem de falhas

Índice	Região			
	CP6	CP7	CP8	total
Número de falhas	32	4	20	56
Porcentagem das falhas	5,4	0,7	3,4	3,1

A Figura a seguir mostra o resultado médio atingido na simulação.

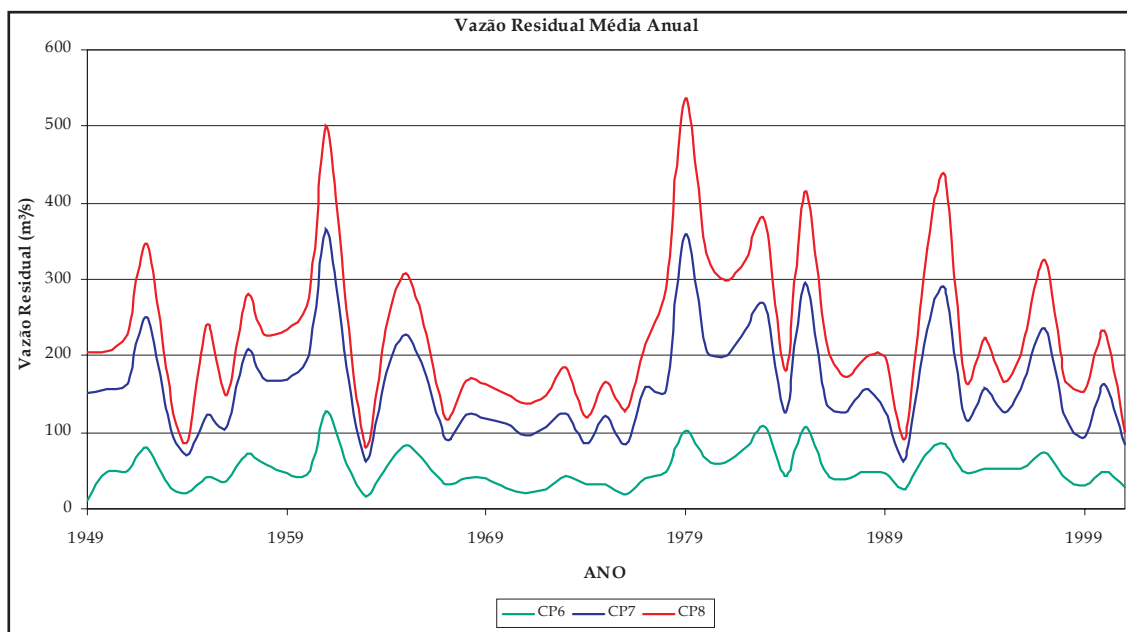


Figura 37 - Vazão média residual por regiões homogêneas

#### 14.4 Vazão disponível para outorga (indicativo de critério)

A vazão disponível para outorga é estabelecida levando-se em consideração o referencial para estimativa de disponibilidade hídrica e a vazão ecológica. Teoricamente, pode-se outorgar todo o resíduo entre a disponibilidade e a vazão ecológica. Nos casos em que os recursos para usos específicos já estão alocados, o resíduo deve ser reconsiderado. Na bacia do rio das Velhas, não há recursos alocados para fins específicos; então, todo o resíduo pode ser utilizado como indicador de critério de outorga.

Para a análise de critérios de outorga deve ser considerada a demanda, e não os consumos reais. Isso em decorrência, principalmente, das dificuldades de determinação do consumo real de cada empreendimento e de gestão dos recursos por parte do Estado.

Foi mencionado anteriormente que o referencial de estimativa que melhor se aplica ao caso em questão é a vazão de permanência  $Q_{95}$ . Foi estabelecida, também, a demanda esperada para cada região.

A vazão outorgável é, desta forma, igual à vazão de permanência  $Q_{95}$  menos a vazão ecológica.

$$\text{Vazão outorgável} = Q_{95} - \text{Vazão Ecológica}$$

A Tabela a seguir resume os resultados encontrados para cada região.

Tabela 45 - Análise do indicador de critério de outorga

Região	Q7,10	Q95	QMLT	Qdem	Qcon	Qeco	Qres <sup>2</sup>	Qres <sup>3</sup>	%Q95;res	%Q7,10;res
CP6	18,44	23,05	74,32	14,46	11,53	14,86	-3,34	-7,95	114,50	143,12
CP7	53,72	66,27	199,33	2,75	1,19	39,87	25,21	12,66	61,96	76,43
CP8	98,17	86,46	296,90	10,32	4,60	59,38	22,48	34,19	74,00	65,17

1 - Calculada para cada estação de referência:  
 CP6 41340000 - Ponte Raul Soares  
 CP7 41818000 - Santo Hipólito  
 CP8 41990000 - Várzea da Palma

2 - Vazão residual em relação a Q95  
 3 - Vazão residual em relação a Q7,10

Verifica-se, como esperado, que o alto rio das Velhas se encontra bastante saturado, não permitindo a concessão de novas outorgas. Além disso, o critério de outorga atualmente utilizado em Minas Gerais (30% de Q<sub>7,10</sub>), como visto anteriormente, não é respeitado na totalidade da bacia.

Tabela 46 - Indicativo de vazão outorgável

Região	Q95	Qeco	Res	Qout
CP6	23,05	14,86	9,19	36%
CP7	66,27	38,87	26,40	40%
CP8	86,46	59,38	27,08	31%

Pelo indicativo de vazão outorgável sugerido aqui tem-se:

Considerando-se que o critério de outorga deve ser o mesmo em todas as partes da bacia para se evitar conflitos entre usuários, pode-se sugerir a adoção do valor de 30% de Q<sub>95</sub>.

A demanda futura esperada é de 63%, 4% e 12% de Q<sub>95</sub> para as regiões do alto, médio e baixo rio das Velhas, respectivamente. Assim, independentemente do critério de outorga adotado, deve-se dar atenção especial à primeira delas.

Analisando-se a bacia sob a ótica do consumo real de água (considerando o retorno), a situação é mais favorável. A Tabela 47 mostra os resultados dessa análise, ao passo que a Tabela 48 mostra os resultados em face das transposições de água para a bacia, conforme será visto no próximo item.

Tabela 47 - Análise da bacia sob o ponto de vista do consumo

Região	Q7,10	Q95	QMLT	Qdem	Qcon	Qeco	Qres <sup>2</sup>	Qres <sup>3</sup>	%Q95;res	%Q7,10;res
CP6	18,44	23,05	74,32	14,46	11,53	14,86	-3,34	-7,95	114,50	143,12
CP7	53,72	66,27	199,33	2,75	1,19	39,87	25,21	12,66	61,96	76,43
CP8	98,17	86,46	296,90	10,32	4,60	59,38	22,48	34,19	74,00	65,17

1 - Calculada para cada estação de referência:  
 CP6 41340000 - Ponte Raul Soares  
 CP7 41818000 - Santo Hipólito  
 CP8 41990000 - Várzea da Palma

2 - Vazão residual em relação a Q95  
 3 - Vazão residual em relação a Q7,10

## 14.5 - Transposição de Água

É necessário ressaltar que a disponibilidade hídrica da bacia do rio das Velhas, devido às transposições de vazões de bacias vizinhas, é maior que a referida neste Plano.

Tabela 48 - Análise da bacia sob o ponto de vista do consumo considerando transposições de vazão

Região	Q7,10 <sup>1</sup>	Q95	QMLT	Qdem	Qcon	Qeco	Qres <sup>2</sup>	Qres <sup>3</sup>	%Q95;res	%Q7,10;res
CP6	26,70	31,31	74,32	14,46	11,53	14,86	4,91	0,30	84,30	98,86
CP7	61,98	74,53	199,33	2,75	1,19	39,87	33,47	20,92	55,09	66,25
CP8	106,43	94,72	296,90	10,32	4,60	59,38	30,74	42,45	67,55	60,11

1 - Calculada para cada estação de referência:  
 CP6 41340000 - Ponte Raul Soares  
 CP7 41818000 - Santo Hipólito  
 CP8 41990000 - Várzea da Palma

2 - Vazão residual em relação a Q<sub>95</sub>  
 3 - Vazão residual em relação a Q<sub>7,10</sub>

Dentre tais transposições destaca-se a captação de 10,32 m<sup>3</sup>/s (dez metros cúbicos e trinta e dois centésimos por segundo) da COPASA na bacia do rio Paraopeba, para o abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH. Os efluentes gerados pela RMBH são lançados na bacia do rio das Velhas. Supondo uma taxa de devolução de 80%, estima-se que a bacia receba um adicional de 8,26 m<sup>3</sup>/s de vazão referente à captação da COPASA.

No entanto, considerando-se que a COPASA não é obrigada a lançar a vazão na bacia do rio das Velhas, não se pode contabilizar este valor como disponibilidade hídrica. No futuro, a empresa poderia deixar de lançar a vazão no rio das Velhas ou lançá-la em menor quantidade, o que levaria a um conflito, devido à escassez de água.

Foi visto anteriormente que a própria produção de água da bacia é capaz de suprir a demanda. Sendo assim, julgou-se conveniente e prudente não considerar a transposição de vazão de outras bacias.

#### 14.6 Usos de Pouca Expressão

Segundo a Deliberação Normativa n.º 09/2004, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG, que define os usos de pouca expressão ou insignificantes, do ponto de vista hidrológico, os seguintes usos não necessitam de outorga:

- Captações superficiais inferiores a 1,0 l/s;
- Acumulações de água com volume inferior a 5.000 m<sup>3</sup> (cinco mil metros cúbicos).

A partir do estudo aqui realizado, verifica-se que o rendimento mínimo, considerando-se a vazão máxima outorgável proposta (60% Q<sub>95</sub>), é de:

- 3,8 l/s.km<sup>2</sup>, para o alto rio das Velhas;
- 2,1 l/s.km<sup>2</sup>, para o médio;
- 1,0 l/s.km<sup>2</sup>, para o baixo, e;
- 1,8 l/s.km<sup>2</sup>, para o total da bacia.

Supondo-se uma pequena propriedade rural, cuja área mínima seja de 1 km<sup>2</sup>, verifica-se que o critério estabelecido pela DN CERH-MG n.º 09/2004 é compatível com a realidade hidrológica da bacia.

Dessa forma, até a realização de estudos que apontem outros valores para usos de pouca expressão, recomenda-se adotar o critério estabelecido na aludida Deliberação.

#### 14.7 Prioridade de outorga de direito de uso da água

A Lei n.º 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de

Recursos Hídricos, estabelece em seu art. 3º, I que "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 abrange todo consumo humano e o abastecimento para a subsistência. Não pode haver prioridades em relação aos demais usos (irrigação, consumo industrial, consumo agropecuário etc.), sob pena de se favorecer determinados usuários, o que iria contra os fundamentos das Políticas Federal e Estadual de Recursos Hídricos. Neste caso, o ideal seria promover a alocação de água por meio de políticas setoriais de desenvolvimento.

A manutenção dos ecossistemas deve ser garantida por meio da definição da vazão mínima residual, bem assim a partir da definição do critério de outorga a ser utilizado na bacia. Como o presente estudo definiu somente o critério de outorga para a bacia, recomenda-se a realização de estudos adicionais para a determinação da vazão mínima em cada curso d'água, visando à manutenção do meio ambiente local.

Além disso, para a determinação das prioridades de uso, bem como da alocação de água, faz-se necessária a realização do cadastramento de todos os usuários da bacia.

#### **14.8 Alocação de água**

A vazão disponível na bacia deve ser dividida entre todos os respectivos usuários. Essa divisão pode se dar de duas formas: espontaneamente, à medida que os usuários de diversos setores forem outorgando seus usos, ou pela via de políticas de gestão conduzidas por setores econômicos.

No primeiro caso, a alocação de água se dá de forma desorganizada, podendo gerar conflitos. No segundo, faz-se necessário o conhecimento completo das demandas atuais e futuras de cada setor. Projetos de exploração agrícola, geração de energia, crescimento populacional, bem como todos os fatores intervenientes no uso múltiplo da água devem ser estudados a fundo. Além disso, deve ser levada em consideração a macro-alocação de água realizada na bacia do rio São Francisco, pois cada Estado da Federação banhado por ele possui uma parcela do volume de água disponível para dividir entre seus usuários. Assim, a alocação de água dentro de uma sub-bacia do rio São Francisco deve ser feita levando-se em consideração a gestão de recursos hídricos de outras bacias vizinhas.

Por outro lado, antes de se definir volumes de água por setor, deve-se realizar o cadastramento de todos os usuários da bacia.

Portanto, até que haja fundamentos legais e estudos técnicos evidenciando a necessidade/demanda de cada setor, a alocação de água na bacia se dará de forma espontânea. Cabe ao poder outorgante avaliar cada caso, para não comprometer o uso múltiplo da água e a implantação de projetos futuros de seu uso. Deve-se buscar, neste sentido, a definição de um critério de outorga que não favoreça determinados tipos de usuários e que, além de fixar a vazão máxima outorgável, determine-a em relação a cada usuário.

## **15. ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO DAS VELHAS**

### **15.1 Histórico**

Em 1993, o Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, com fulcro na Resolução CONAMA n.º 20/86, que confia aos órgãos de controle ambiental a atribuição para a aplicação desta resolução, priorizou, no Estado de Minas Gerais, o enquadramento das águas das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Paraopeba, Paraibuna, Velhas, Pará, Verde e Gorutuba. Os trabalhos de enquadramento foram então realizados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, entre os anos de 1993 e 1998, a exceção do último.

O enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água, é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Resolução CONAMA n.º 20/86) e da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

O enquadramento objetiva assegurar às águas qualidade compatível com os seus usos mais exigentes e, por conseqüência, diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

No período de dezembro de 1995 a junho de 1997, atendendo solicitação do COPAM e visando, sobretudo, à melhoria da qualidade das águas e à compatibilização dos seus usos múltiplos, a FEAM efetuou o enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

Em 1997, após discussões no COPAM e com a comunidade da bacia, ocorridas por meio de audiências públicas, a proposta de enquadramento foi consolidada na Deliberação Normativa de nº 20/1997. Tal deliberação constitui um instrumento normativo importante para a definição de medidas preventivas e de controle ambiental na bacia.

Segundo o art. 43, IX, da Lei Estadual n.º 13.199/99, compete aos Comitês discutir proposta para o enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes, realizando audiências públicas e assegurando o uso prioritário para o abastecimento público. Com fulcro em tal regra jurídica, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas aprovou, em 2002, após a realização de audiências públicas, a proposta de reenquadramento de trechos de cursos d'água pertencentes à sub-bacia do ribeirão Isidoro (localizado no Município de Belo Horizonte), apresentada pela Secretaria de Meio Ambiente de Belo Horizonte. Essa proposta deverá ser apresentada ao Conselho Estadual de Política Ambiental, para a devida alteração da DN COPAM nº 20/97.

Em 22 de março de 2004, atendendo a solicitação do Comitê da Bacia do Rio das Velhas, o Governo do Estado, a SEMAD e o IGAM, entre outros órgãos, assinaram um Termo de Compromisso visando à mudança de meta de qualidade de Classe 3, em trechos mencionados na DN COPAM n.º 20/97, para Classe 2. Espera-se que esse objetivo seja alcançado até o ano de 2010, por intermédio de ações previstas neste Plano Diretor.

### **15.2 Metodologia aplicada pela FEAM**

Para o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas, procedeu-se ao levantamento cartográfico e bibliográfico, incluindo a literatura jurídica. Para tanto, foram contatadas diversas instituições, como o Instituto de Geociências Aplicadas - IGA,

Instituto Estadual de Florestas - IEF, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, Serviços Autônomos de Água e Esgoto - SAAE, entre outros.

Para a caracterização geral da bacia, foram utilizadas informações provenientes dos seguintes documentos técnicos:

1. Diagnóstico da Bacia do Rio das Velhas, elaborado pela ENGEVIX - Engenharia S/A, em 1994, como subsídio ao Sistema de Gestão Ambiental patrocinado pelo Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça na Região Metropolitana de Belo Horizonte - PROSAM;
2. Monografias Municipais elaboradas pelo IGA;
3. Mapas de Cobertura Vegetal e Uso do Solo (1994), na escala de 1:100.000, elaborados pelo IEF;
4. Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais, elaborados pelo CETEC (1983);
5. Cartas Topográficas, na escala de 1:50.000 e 1:100.000, do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - IBGE.

### 15.2.1 - Aspectos Legais

Para o enquadramento dos corpos d'água, foram levados em consideração os seguintes dispositivos legais:

1. Lei nº 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;
2. Resolução CONAMA n.º 20, de 18 de julho de 1986, que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional, bem como normas e padrões para a qualidade das águas e para o lançamento de efluentes nas coleções de água, além de outras providências;
3. Deliberação Normativa COPAM n.º 10, de 16 de dezembro de 1986, que estabelece normas e padrões para a qualidade das águas, para o lançamento de efluentes nas coleções de águas e dá outras providências;
4. Lei nº 11.504, de 20 de junho de 1994, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências;
5. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

### 15.2.2 Etapas do processo de enquadramento

O trabalho de enquadramento possui três fases distintas, especificadas a seguir:

- 1. Objetivos de qualidade/Deliberação Normativa:** identificação dos usos prioritários das águas, atuais e futuros, e estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo;
- 2. Avaliação da condição da qualidade das águas:** avaliação da qualidade das águas, a partir do objetivo definido na Deliberação Normativa referente ao enquadramento, e identificação dos desvios existentes;
- 3. Efetivação do enquadramento:** definição de um conjunto de medidas necessárias para se alcançar ou manter a qualidade dos diversos segmentos dos corpos d'água em



correspondência com a sua classe.

De acordo com o método desenvolvido pela FEAM, e em consonância com a Deliberação Normativa COPAM n. 10/86, foram aplicados os seguintes conceitos e critérios para o enquadramento dos corpos d'água:

- 1. Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas:** associa-se este tipo de uso a cursos d'água localizados em áreas preservadas de unidades de conservação municipais, estaduais ou federais;
- 2. Proteção das comunidades aquáticas:** este tipo de uso está relacionado a corpos d'água que apresentam condições razoáveis de cobertura vegetal e mata ciliar, localizados em regiões de nascente e naquelas de menor pressão sobre os recursos hídricos, e onde é identificada a presença significativa de fauna aquática, especialmente de peixes;
- 3. Priorização de mananciais:** a partir do levantamento dos usos das águas, da localização cartográfica e adotando-se a hierarquia definida pela DN n.º 10/86, são identificados e priorizados os mananciais a serem enquadrados;
- 4. 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.

Foram utilizados, também, os seguintes conceitos na determinação do enquadramento dos corpos d'água:

- 1. Classe Limitante:** o uso preponderante limita o enquadramento, pois não se deve enquadrar cursos d'água com objetivo de qualidade inferior às suas necessidades;
- 2. Modificação do uso:** refere-se ao estabelecimento de um objetivo de qualidade inferior à necessidade do uso atual propondo-se, contudo, a modificação do uso, compatibilizando-o com o enquadramento proposto. Esta situação ocorre quando a qualidade de um determinado trecho não é compatível com sua utilização atual e a sua melhoria é inviável técnica ou economicamente;
- 3. 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;
- 4. 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;
- 5. Alternância de classe:** em determinadas situações de uso, em vista da contribuição positiva de afluentes, poderá ocorrer mudança de classe em determinado trecho de curso d'água, tendo-se em vista uma melhor condição de qualidade;
- 6. Classe reprimida:** quando cessa um importante uso das águas num determinado trecho, devido a interferências adversas.

De acordo com a Deliberação Normativa COPAM n.º 10/86, as coleções de águas estaduais são classificadas, segundo seus usos preponderantes, em cinco classes:

- **CLASSE ESPECIAL.** Águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico, sem prévia ou simples desinfecção e b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

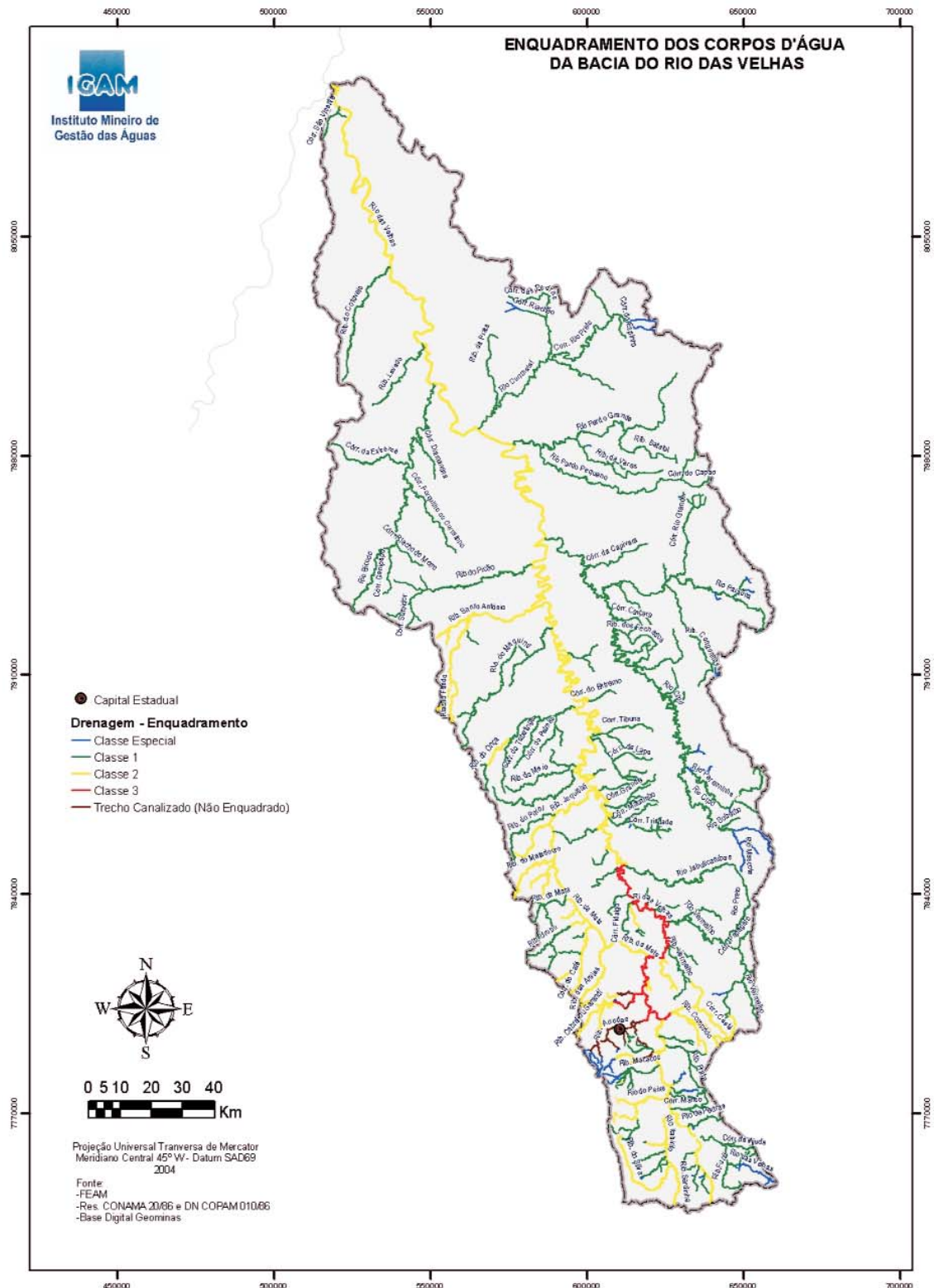


Figura 38 - Enquadramento da bacia do rio das Velhas

- **CLASSE 1.** Águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico (após tratamento simplificado); b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) à irrigação de hortaliças a serem consumidas cruas, bem como de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que se destinam, igualmente, à ingestão crua, sem remoção de película; e) à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.

- **CLASSE 2.** Águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; e) à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.

- **CLASSE 3.** Águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; e c) à dessedentação de animais.

- **CLASSE 4.** Águas destinadas: a) à navegação; b) à harmonia paisagística; e c) aos usos menos exigentes.

### 15.2.3 Objetivos de qualidade/Deliberação Normativa

Diante da complexidade dos estudos e dos seus altos custos financeiros - especialmente no que concerne às coletas de águas e análises laboratoriais, por um lado, e da criação do IGAM, por outro, a FEAM limitou sua atuação à fase normativa, no que diz respeito à bacia hidrográfica do rio das Velhas. As demais fases do processo de enquadramento, como a Avaliação da Condição da Qualidade das Águas e de Efetivação do Enquadramento, ficaram a cargo do aludido Instituto e, atualmente, dos Comitês de Bacias.

Nesse sentido, com base nos dispositivos legais, foi desenvolvida apenas a primeira fase do enquadramento, ou seja, a estipulação dos objetivos de qualidade, em que foram definidas as classes de qualidade dos corpos d'água. Nessa fase foi realizado o diagnóstico dos usos prioritários das águas, com apoio em dados primários, bem assim a localização cartográfica de tais usos. O levantamento dos usos preponderantes das águas nos 51 municípios que compõem a bacia subsidiou a elaboração da proposta de enquadramento das águas. Adicionalmente, foram realizadas pesquisas de campo, percorrendo-se a região no período de dezembro de 1995 a novembro de 1996. No levantamento de dados primários foram contatadas as Prefeituras Municipais, Secretarias Municipais de Obras e de Meio Ambiente, a EMATER, COPASA, Serviços Autônomos de Águas e Esgoto - SAAE e diversos usuários de recursos hídricos.

Para a localização dos usos foram utilizadas, em campo, cartas topográficas do IBGE - cujas escalas são de 1:50.000 e de 1:100.000 -, fotografias aéreas e outros trabalhos relativos à bacia, como monografias de municípios (escala 1:75.000), elaboradas pelo Instituto Geociências Aplicadas - IGA. Os usos das águas da bacia foram localizados em campo, de forma aproximada, sendo posteriormente desenhado o mapa intitulado *Usos da Água da Bacia do Rio das Velhas* (FIGUEIREDO, V. Documento não consolidado, dados de 1997, na escala 1:250.000). Ressalte-se que este documento, as informações de uso da água disponibilizadas pela ENGEVIX - Engenharia S/A (1994) e os mapas de uso do solo com escala de 1:100.000, elaborados pelo IEF, subsidiaram o desenvolvimento da proposta de enquadramento.

Os trechos enquadrados são indicados no mapa final, denominado *Enquadramento dos Corpos d'Água*, com escala de 1:250.000. Esse mapa acompanha o relatório técnico elaborado a partir de dados secundários, especialmente de informações extraídas do *Diagnóstico da Bacia do Rio das Velhas*, elaborado pela ENGEVIX - Engenharia S.A (1994). De forma resumida, são enfocados os aspectos físicos, econômicos, sociais e antrópicos da bacia, bem como os trechos enquadrados e as correspondentes justificativas.

Saliente-se que, em campo, nos locais de captação de água para abastecimento domés-

tico - sem prévia ou com simples desinfecção -, foram observados e enquadrados o uso dos recursos hídricos no entorno e os fatores capazes de gerar risco para a qualidade das águas, tais como o pisoteio do gado, a ausência de proteção da área com cerca, o estado de preservação da vegetação etc.

Adicionalmente, registre-se que as captações de recursos hídricos para abastecimento dos distritos foram visitadas; e os cursos de água, enquadrados.

A partir do conhecimento destes usos atuais e futuros, assim como das correspondentes exigências de qualidade, tomou-se como base o uso mais restritivo. Deste modo, a classe adotada ou o objetivo de qualidade para um trecho representa uma meta a ser atingida ou uma situação a ser conservada.

Neste sentido, foram enquadrados, segundo os usos preponderantes das águas, 58 (cinquenta e oito) sub-bacias e 126 (cento e vinte e seis) trechos, incluindo o leito principal do rio das Velhas. Dentre estes trechos, 70 (setenta) foram enquadrados na Classe 1; 24 (vinte e quatro) na Classe 2; 29 (vinte e nove) trechos na Classe Especial; e 3 (três) trechos enquadrados na Classe 3, conforme pode ser observado na figura 5.2.

A metodologia adotada estabelece a apreciação inicial da proposta de enquadramento pelo COPAM. Após a aprovação deste órgão colegiado, ela deve ser remetida aos municípios da bacia, para sua discussão com a comunidade, inclusive por meio de audiências públicas. Em seguida, passa-se à consolidação da proposta como deliberação normativa.

#### **15.2.4 Processo Participativo/Audiências Públicas**

A proposta de enquadramento das águas foi apresentada pela FEAM à Câmara de Recursos Hídricos - CRH, órgão do COPAM, em 13 de novembro de 1996. Após sua aprovação, ela foi enviada aos municípios da bacia e, trinta dias depois, a FEAM a apresentou para a comunidade da região, realizando audiências públicas. Estas reuniões aconteceram em 09 de abril de 1997, no Município de Várzea da Palma; em 10 de abril de 1997, em Curvelo; e em 15 de abril 97, em Belo Horizonte.

Nas audiências, foi registrada a participação da maioria dos municípios componentes da bacia, bem como de representantes das Prefeituras Municipais, Câmaras Municipais, Secretarias de Educação, da EMATER, FIEMG, COMIG, Polícia Florestal, CEMIG, COPASA, Ruralminas, EPAMIG, do IEF, PROSAM, IMA, IBAMA, dos SAAE, CODEMA, de Organizações Não-Governamentais, Associações Comunitárias, da comunidade em geral etc.

Durante as audiências, foram disponibilizadas a todas as Prefeituras Municipais diversas informações e documentos técnicos elaborados pela FEAM, dentre os quais destaca-se a cópia do vídeo elaborado sobre o histórico, os usos e a poluição das águas da bacia e os objetivos do enquadramento das águas. Foram disponibilizados também os manuais de lixo e de areia às 51 (cinquenta e uma) Prefeituras dos municípios que integram a bacia. O material elaborado pela FEAM, contendo a caracterização da região e a metodologia adotada no trabalho, foi distribuído à população durante estas reuniões.

As sugestões recebidas dos municípios foram avaliadas, sendo as tecnicamente viáveis incorporadas à proposta inicial de enquadramento. A proposta revisada foi novamente apresentada à Câmara de Recursos Hídricos, em 14 de maio de 1997; à Câmara de Política Ambiental, em 11 de junho de 1997; e ao Plenário do COPAM, em 27 de junho de 1997, quando foi aprovada e consolidada como a Deliberação Normativa n.º 20/97, transcrita na seção 16.2.6.1 deste Plano.

### 15.2.5 Reenquadramento das águas/Bacia do rio das Velhas

Com o intuito de melhorar a qualidade ambiental, especialmente as águas da bacia, e de assegurar saúde à população, o Comitê da Bacia do Rio das Velhas solicitou, em março de 2004, a alteração do enquadramento de trechos de água Classe 3 para Classe 2, previstos na DN COPAM nº 020/97, conforme ofício apresentado na seção 16.2.6.2 deste trabalho.

Os trechos de águas em questão, referidos no art. 1º da sobredita deliberação são os seguintes:

#### 1 - Rio das Velhas - Leito Principal

Trecho 4 - Rio das Velhas, da confluência com o ribeirão Sabará até a confluência com o rio Jaboticatubas ..... **Classe 3**

#### 19 -SB do Ribeirão Sabará

Trecho 47 - Ribeirão Sabará, da confluência com o ribeirão do Gaia até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 3**

#### 20 - SB do Ribeirão Arrudas

Trecho 55 - Ribeirão Arrudas, a jusante do trecho canalizado, até a confluência com o rio das Velhas ..... **Classe 3**

#### 21 - SB do Ribeirão da Onça

Trecho 57 - Ribeirão da Pampulha/Ribeirão da Onça, do barramento da represa da Pampulha até a confluência com o rio das Velhas, com exceção do trecho canalizado ..... **Classe 3**

Para o atendimento da solicitação de Classe 2 nos trechos acima mencionados, foi assinado um Termo de Compromisso (seção 16.2.6.3 deste Plano) denominado *Meta 2010* - no âmbito do Plano Diretor da Bacia do Rio das Velhas -, entre o Governo do Estado de Minas Gerais, Secretarias de Estado, entes públicos e representantes da sociedade civil organizada.

Para alcançar esta meta de qualidade até o ano de 2010, estão previstos, no Plano Diretor, grandes investimentos para a implementação de ações preventivas e corretivas, especialmente nos trechos da bacia referidos acima.

### 15.2.6 Plano de Efetivação do Enquadramento das Águas da Bacia do rio das Velhas

O Plano de Efetivação do Enquadramento ou Plano de Ação consiste em ações a serem implementadas na bacia com vistas a adequar a qualidade das águas aos objetivos ou metas de qualidade propostas. Em função da multiplicidade de fatores correlacionados, é importante a interação entre os vários órgãos e a participação da população usuária das águas.

Os resultados do monitoramento da qualidade das águas do Projeto Águas de Minas indicam que, nos trechos reenquadrados na Classe 2, as principais fontes de poluição, atualmente, são os esgotos domésticos e a atividade minerária, em função da proximidade com a Região Metropolitana, área urbanizada e industrializada, e do grande potencial mineral que a região do Quadrilátero Ferrífero, situada a montante deste trecho, apresenta.

A efetivação do enquadramento será viabilizada por meio das atividades previstas no



Plano de Ação para a recuperação e conservação hidroambiental da bacia, estabelecidas com base no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas, elaborado pela COBRAPE (1997), no âmbito do PROSAM, sob a coordenação da SEPLAN; no Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes do Rio São Francisco em Minas Gerais, elaborado pela SEAPA/SEMAD/RURALMINAS/IGAM e conforme dados e informações do diagnóstico deste Plano.

#### 15.2.6.1 Deliberação Normativa nº 20, de 24 de junho de 1997

Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio das Velhas

**(Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 27/06/1997)**

O Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, no uso das atribuições que lhe confere o art. 5º, inciso I, da Lei nº 7.772, de 08 de setembro de 1980, e tendo em vista o disposto no art. 214, § 1º, inciso IX da Constituição do Estado de Minas Gerais, a Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e a Deliberação Normativa do COPAM nº 010, de 16 de dezembro de 1986, que estabelece a Classificação das Águas do Estado de Minas Gerais, e considerando a necessidade de manutenção e/ou melhoria da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas, integrante da bacia do rio São Francisco, a importância da utilização destas águas como manancial de abastecimento público das comunidades locais e demais usos existentes na área de sua contribuição,

RESOLVE:

Art. 1º - As águas da bacia do rio das Velhas ficam enquadradas da seguinte forma:

#### 1 - Rio das Velhas - Leito Principal

Trecho 1 - Rio das Velhas, das nascentes até a confluência com o córrego Mata-Pau....  
..... **Classe Especial**

Trecho 2 - Rio das Velhas, da confluência com o córrego Mata-Pau até a confluência com o rio Maracujá ..... **Classe 1**

Trecho 3 - Rio das Velhas, da confluência com o rio Maracujá até a confluência com o ribeirão Sabará ..... **Classe 2**

Trecho 4 - Rio das Velhas, da confluência com o ribeirão Sabará até a confluência com o rio Jabuticatubas ..... **Classe 3**

Trecho 5 - Rio das Velhas, da confluência com o rio Jabuticatubas até a confluência com o rio São Francisco ..... **Classe 2**

#### 2 - SB do Córrego Igreja São Bartolomeu

Trecho 6 - Córrego da Igreja São Bartolomeu, das nascentes até o ponto de captação de água para o distrito de São Bartolomeu ..... **Classe Especial**

#### 3 - SB do Córrego Mata-Pau

Trecho 7 - Córrego Mata-Pau, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ....  
..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Roninho, Acima e Matoso.

#### 4 - SB do Córrego São Bartolomeu



Trecho 8 - Córrego São Bartolomeu, das nascentes até o ponto de captação d'água para o distrito de São Bartolomeu .....**Classe Especial**

#### **5 - SB do Ribeirão Funil**

Trecho 9 - Ribeirão Funil, das nascentes até confluência com o Rio das Velhas.....**Classe 1**

#### **6 - SB do Córrego da Ajuda**

Trecho 10 - Córrego da Ajuda, das nascentes até confluência com o Rio das Velhas .....  
..... **Classe 1**

Inclui-se o córrego Brás Gomes.

#### **7 - SB do Rio Maracujá**

Trecho 11 - Rio Maracujá, das nascentes até confluência com o Rio das Velhas .**Classe 2**

Trecho 12 - Córrego Holanda, das nascentes até confluência com o rio Maracujá.  
.....**Classe 1**

Inclui-se o córrego Retiro das Rosas.

Trecho 13 - Córrego da Prata, das nascentes até confluência com o rio Maracujá  
.....**Classe 1**

Trecho 14 - Córrego Santo Antônio, das nascentes até o ponto de captação d'água para o distrito de Santo Antônio do Leite ..... **Classe Especial**

Trecho 15 - Córrego dos Vieiras, das nascentes até a confluência com o rio Maracujá.  
.....**Classe 1**

Trecho 16 - Córrego dos Coelhos, das nascentes até confluência com o rio Maracujá. .  
.....**Classe 1**

#### **8 - SB do Córrego Carneira**

Trecho 17 - Córrego Carneira, das nascentes até a captação d'água para o distrito de Acuruí ..... **Classe Especial**

Trecho 18 - Córrego Carneira, do ponto de captação d'água até a represa do Rio de Pedras .....**Classe 1**

#### **9 - SB do Rio de Pedras**

Trecho 19 - Rio de Pedras, das nascentes até a confluência com a represa Rio de Pedras  
.....**Classe 1**

#### **10 - SB do Ribeirão Mata Porcos/Itabirito**

Trecho 20 - Ribeirão Mata - Porcos/Itabirito, das nascentes até a confluência com Rio das Velhas .....**Classe 2**

Inclui-se o ribeirão do Silva.

Trecho 21 - Ribeirão Carioca, das nascentes até a confluência com o ribeirão Mata-Porcos/Itabirito .....**Classe 1**

Inclui-se o Córrego Sossego.

Trecho 22 - Córrego São Gonçalo do Bação, das nascentes até a captação d'água para o abastecimento doméstico do distrito de São Gonçalo do Bação .....**Classe Especial**

- Trecho 23 - Córrego do Braço/Bação, das nascentes até a confluência com o ribeirão Mata-Porcos/ Itabirito ..... **Classe 1**
- Trecho 24 - Córrego Carioca, das nascentes até a 1ª captação d'água para o abastecimento doméstico do distrito-sede de Itabirito..... **Classe 1**
- Trecho 25 - Córrego Carioca, do limite jusante da 1ª captação d'água para o abastecimento doméstico do distrito-sede de Itabirito até a confluência com o ribeirão Mata-Porcos/Itabirito ..... **Classe 2**

#### **11 - SB do Córrego Manso**

- Trecho 26 - Córrego Manso, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas....  
..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Palmital e Fazenda Palmital.

#### **12 - SB do Rio Do Peixe**

- Trecho 27 - Rio do Peixe, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.  
..... **Classe 2**

Incluem-se os ribeirões Capitão da Mata, Marinhos, represas Capitão da Mata, "TS", Lagoa Grande, das Codornas e o córrego da Lagoa Grande e exclui-se o ribeirão Congonhas.

- Trecho 28 - Ribeirão Congonhas, das nascentes até a confluência com a Lagoa das Codornas ..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Água Limpa e Padre Marinho e as Lagoas Água Limpa e do Índio.

#### **13 - SB do Córrego Cortesia**

- Trecho 29 - Córrego Cortesia, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.  
**Classe 1**

#### **14 - SB do Córrego Do Viana - Córrego do Mingú (enquadrado através da DN COPAM nº 05/94 de 22/12/93 conforme abaixo):**

- Trecho 30 - Córrego Mingú, das nascentes até o ponto de ruptura de declive da Cachoeira próxima ao Condomínio Canto das Águas ..... **Classe Especial**

- Trecho 31 - Das nascentes do Córrego denominado localmente de Baía até a confluência com o Córrego Mingú..... **Classe Especial**

- Trecho 32 - Do ponto de ruptura da cachoeira próxima ao Condomínio Canto das Águas até o escoadouro da represa existente neste Condomínio ..... **Classe 1**

- Trecho 33 - Do escoadouro da represa existente no Condomínio Canto das Águas até a sua confluência com o córrego do Viana ..... **Classe 2**

- Trecho 34 - Córrego do Viana, das nascentes até a captação d'água para o município de Rio Acima ..... **Classe Especial**

- Trecho 35 - Córrego do Viana, do ponto de captação d'água para abastecimento doméstico até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 1**

#### **15 - SB do Ribeirão dos Macacos**

- Trecho 36 - Ribeirão dos Macacos, das nascentes até a confluência com o Rio das

Velhas ..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Tamanduá, Marumbé e Penteadado

Trecho 37 - Córrego do Dreno de Macacos, das nascentes até o ponto de captação d'água para o povoado de São Sebastião das Águas Claras ..... **Classe 2**

Trecho 38 - Córrego dos Fechos, das nascentes até o limite jusante da Área de Proteção Especial - APE Fechos e Estação Ecológica dos Fechos..... **Classe Especial**

#### **16- SB do Ribeirão Água Suja/Cardoso**

Trecho 39 - Córrego do Jambreiro, das nascentes até a confluência com Ribeirão Água Suja/Cardoso ..... **Classe 1**

Trecho 40 - Córrego Carrapato, das nascentes até a confluência com Ribeirão Água Suja/Cardoso ..... **Classe 1**

Trecho 41 - Córrego do Cardoso/Ribeirão Água Suja, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 2**

Excetua-se o trecho canalizado.

Trecho 42 - Córrego do Mutuca, das nascentes até o limite jusante da Área de Proteção Especial - APE Mutuca, com captação d'água para o município de Belo Horizonte..... **Classe Especial**

Trecho 43 - Córrego dos Cristais, das nascentes até a confluência com o córrego do Cardoso/ribeirão Água Suja ..... **Classe 2**

Excetua-se o trecho canalizado.

#### **17 - SB do Ribeirão da Prata**

Trecho 44 - Ribeirão da Prata, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.....  
..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Maquiné e Olhos d'água

#### **18 - SB do Ribeirão Brumado**

Trecho 45 - Ribeirão do Brumado, das nascentes até confluência com o Rio das Velhas  
..... **Classe 1**

#### **19 - SB do Ribeirão Sabará**

Trecho 46 - Ribeirão Sabará, das nascentes até a confluência com o ribeirão do Gaia.  
..... **Classe 2**

Inclui-se o córrego Caeté.

Trecho 47 - Ribeirão Sabará, da confluência com o ribeirão do Gaia até a confluência com o Rio das Velhas..... **Classe 3**

Trecho 48 - Ribeirão do Gaia/Ribeirão Comprido, das nascentes até a confluência com o Ribeirão Sabará, com captação de água para o município de Caeté ..... **Classe 2**

Incluem-se os córregos do Jacú, Santo Antônio e o ribeirão Juca Vieira

#### **20 - SB do Ribeirão Arrudas**

Trecho 49 - Córrego Independência e córrego Mineirão, das nascentes até o limite jusante do Parque Estadual Serra do Rola Moça ..... **Classe Especial**

Trecho 50 - Córrego Barreiro, das nascentes até o limite jusante da Área de Proteção Especial - APE Barreiro.....**Classe Especial**

Trecho 51 - Córrego Cercadinho, das nascentes até o limite jusante da Área de Proteção Especial - APE Cercadinho, com captação d'água para o município de Belo Horizonte .....**Classe Especial**

Trecho 52 - Córrego Acaba Mundo, das nascentes até o início da canalização em área urbanizada.....**Classe 1**

Trecho 53 - Córrego da Serra, das nascentes até o limite jusante do Parque Municipal das Mangabeiras.....**Classe 1**

Inclui-se o córrego Mangabeiras.

Trecho 54 - Córrego da Baleia, das nascentes até o início da canalização em área urbanizada .....**Classe Especial**

Trecho 55 - Ribeirão Arrudas, a jusante do trecho canalizado, até a confluência com o rio das Velhas.....**Classe 3**

## **21 - SB do Ribeirão da Onça**

Trecho 56 - Represa da Pampulha e tributários, das nascentes dos cursos d'água contribuintes para a represa até o seu barramento .....**Classe 2**

Trecho 57 - Ribeirão da Pampulha/Ribeirão da Onça do barramento da represa da Pampulha até a confluência com o rio das Velhas, com exceção do trecho canalizado .. .....**Classe 3**

Trecho 58 - Córrego do Nado, das nascentes até a confluência com o córrego do Isidoro. ....**Classe 2**

Trecho 59 - Lagoa do Nado e tributários até o limite jusante do barramento da lagoa .....**Classe Especial**

## **22 - SB do Córrego Frio**

Trecho 60 - Córrego Frio, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.....**Classe 2**

## **23 - SB do Ribeirão da Mata**

Trecho 61 - Ribeirão da Mata, das nascentes até a confluência com o córrego Araçás, inclusive ..... **Classe 1**

Inclui-se o córrego Boa Vista.

Trecho 62 - Ribeirão da Mata, da confluência com o córrego Araçás até a confluência com o Rio das Velhas .....**Classe 2**

Incluem-se o córrego Braúna e os ribeirões das Neves e Areias.

Trecho 63 - Ribeirão Vau do Palmital/Ribeirão Urubu, das nascentes até a cachoeira do Urubu .....**Classe 1**

Incluem-se os córregos do Ipê Amarelo e Tijucu.

Trecho 64 - Ribeirão Vau do Palmital/Ribeirão Urubu, da cachoeira do Urubu até a confluência com o ribeirão da Mata .....**Classe 2**

Trecho 65 - Córrego do Quilombo, das nascentes até a confluência com o ribeirão das

Neves ..... **Classe 1**  
Trecho 66 - Córrego da Ponte Alta, das nascentes até a confluência com o ribeirão das Neves ..... **Classe 1**

**24 - SB do Ribeirão das Bicas**

Trecho 67 - Ribeirão das Bicas, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 2**  
Inclui-se o córrego Santa Helena.

**25 - SB do Ribeirão Vermelho**

Trecho 68 - Ribeirão Vermelho/Córrego Santo Antônio, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas..... **Classe 1**  
Inclui-se o córrego Campo Santo Antônio.

Trecho 69 - Córrego da Praia, das nascentes até a captação d'água para o abastecimento doméstico do município de Sabará..... **Classe 2**

**26 - SB do Rio Taquaraçu**

Trecho 70 - Rio Taquaraçu - Rio Preto/Rio Vermelho, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas, com captação de água para o município de Caeté..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos da Cachoeira, Maria Rosa e Papagaio.

Trecho 71 - Ribeirão Ribeiro Bonito, das nascentes até a captação d'água para o abastecimento doméstico do município de Caeté ..... **Classe 2**

Trecho 72 - Ribeirão Ribeiro Bonito, do ponto de captação d'água para o abastecimento doméstico do município de Caeté, até a confluência com o rio Vermelho..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Amarelo e Maxandú.

Trecho 73 - Córrego Santo Antônio, das nascentes até a captação d'água para abastecimento doméstico do distrito de Penedia..... **Classe Especial**

**27 - SB do Córrego da Guia**

Trecho 74 - Córrego da Guia, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.. ..... **Classe 1**

Inclue-se o córrego Bamburral.

**28 - SB do Córrego Julião**

Trecho 75 - Córrego Julião, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 1**

**29 - Sb do Córrego Bebedouro**

Trecho 76 - Lagoa Santa e tributários, das nascentes dos cursos d'água contribuintes para a Lagoa até o seu vertedouro ..... **Classe 1**

Trecho 77 - Córrego Bebedouro, do vertedouro da Lagoa Santa até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 2**

**30 - SB Córrego Fidalgo/Jaque**

Trecho 78 - Córrego Fidalgo/Jaque, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas..... **Classe 1**

**31 - SB do Córrego Samambaia**

Trecho 79 - Córrego Samambaia, das nascentes até o barramento da represa Samambaia .....**Classe 1**

Trecho 80 - Córrego Samambaia, do barramento da represa até o sumidouro da Lagoa o Sumidouro..... **Classe 1**

**32 - SB Córrego Mucambo/Jaguara**

Trecho 81 - Córrego Mucambo/Jaguara, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 1**

**33 - SB do Rio Jabuticatubas**

Trecho 82 - Rio Jabuticatubas, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas, com captação de d'água para o município de Jabuticatubas .....**Classe 1**

**34 - SB do Riacho do Gordura/Córrego D'Anta**

Trecho 83 - Riacho do Gordura/Córrego D'Anta, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas .....**Classe 1**

**35 - SB do Córrego Pau de Cheiro**

Trecho 84 - Córrego Pau de Cheiro, das nascentes até a confluência com o rio das Velhas..... **Classe 1**

**36 - SB do Córrego Trindade**

Trecho 85 - Córrego da Têxtil, das nascentes até a captação d'água para o distrito de São Vicente ..... **Classe Especial**

Trecho 86 - Córrego Trindade, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas .....**Classe 1**

Incluem-se os córregos Uruçu, Mato Grande, Três Passagens, Taboquinha e Mocambo.

**37 - SB do Córrego Gameleira**

Trecho 87 - Córrego Gameleira, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas. ....**Classe 1**

**38 - SB do Córrego Grande**

Trecho 88 - Córrego Grande, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas .....**Classe 1**

Incluem-se os córregos Taboquinha, Botafogo e Contagem.

**39 - SB do Córrego Quebra-Perna**

Trecho 89 - Córrego Quebra-Perna, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.....**Classe 1**

**40 - SB do Ribeirão Jequitibá**



Trecho 90 - Ribeirão Jequitibá, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.....**Classe 2**

Incluem-se os córregos Marinheiro, Vargem do Tropeiro, Capão da Esmera e Forquilha e o ribeirão Matadouro.

Trecho 91 - Ribeirão do Paiol, das nascentes até a confluência com o ribeirão Jequitibá.....**Classe 1**

Trecho 92 - Córrego Saco da Vida, das nascentes até a confluência com o ribeirão Jequitibá .....**Classe 1**

#### **41 - SB do Córrego Patrimônio**

Trecho 93 - Córrego Patrimônio, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.....**Classe 1**

#### **42- SB do Ribeirão das Tabocas**

Trecho 94 - Ribeirão das Tabocas, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 1**

#### **43 - SB do Ribeirão do Melo**

Trecho 95 - Ribeirão do Melo, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.....**Classe 1**

Inclue-se o córrego do Bálsamo.

#### **44 - SB do Riachão**

Trecho 96 - Riachão, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas. ...**Classe 1**

Incluem-se os córregos da Serra, Vargem Formosa, Mirador e da Lapa.

#### **45 - SB do Córrego Tibuna**

Trecho 97 - Córrego Tibuna, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.....**Classe 1**

inclui-se o córrego do Moreira.

#### **46 - SB do Ribeirão do Onça**

Trecho 98 - Ribeirão do Onça, das nascentes até a confluência com o córrego Tamboril, inclusive ..... **Classe 1**

Trecho 99 - Ribeirão do Onça, da confluência com o córrego Tamboril até a confluência com o Ribeirão Taboquinha ou Barreiro ..... **Classe 2**

Trecho 100 - Ribeirão do Onça, da confluência com o córrego Taboquinha ou Barreiro até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Tabatinga, do Palmito e Jabuticatuba e o ribeirão Taboquinha/Barreiro.

#### **47 - SB do Córrego da Extrema**

Trecho 101 - Córrego da Extrema, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 1**

#### **48 - SB do Córrego do Paiol**

Trecho 102 - Córrego do Paiol, das nascentes - Córrego do Morro Redondo / Córrego da Vaca Brava - até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 1**

#### **49 - SB do Ribeirão do Maquiné**

Trecho 103 - Ribeirão do Maquiné, das nascentes até a confluência com o rio das Velhas ..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Saco Novo e Maquinezinho.

#### **50 - SB do Ribeirão Santo Antônio**

Trecho 104 - Ribeirão Santo Antônio, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 2**

Incluem-se o córrego Venda Nova e o ribeirão Riacho Fundo.

Trecho 105 - Córrego Bebedouro, das nascentes até a confluência com o Riacho Fundo..... **Classe 1**

#### **51 - SB do Ribeirão do Picão**

Trecho 106 - Ribeirão do Picão, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas..... **Classe 1**

Incluem-se os córregos Sumidor, Sangrador e Mutuca.

#### **52 - SB do Rio Paraúna**

Trecho 107 - Rio Paraúna, das nascentes até a confluência com o rio das Velhas ..... **Classe 1**

Incluem-se os formadores e os afluentes exceto o rio Cipó dentro dos limites do Parque Nacional da Serra do Cipó e as nascentes dos córregos Carapina, Forros, Capão, Amola Faca e Mata Capim.

Trecho 108 - Rio Cipó, das nascentes até os limites do Parque Nacional da Serra do Cipó ..... **Classe Especial**

Trecho 109- Córrego Carapina, das nascentes até a captação d'água para abastecimento doméstico do município de Congonhas do Norte..... **Classe Especial**

Trecho 110 - Córrego dos Forros, das nascentes até a captação d'água para o abastecimento doméstico do distrito de Costa Sena..... **Classe Especial**

Trecho 111 - Córrego do Capão, das nascentes até a captação d'água para abastecimento doméstico do município de Presidente Kubitscheck..... **Classe Especial**

Trecho 112 - Córrego Amola Faca, das nascentes, até a captação d'água para o abastecimento doméstico do município de Presidente Kubitscheck..... **Classe Especial**

Trecho 113 - Córrego Mata Capim, das nascentes, até a captação d'água para abastecimento doméstico do município de Santana do Riacho ..... **Classe Especial**

#### **53 - SB do Rio Pardo Grande**

Trecho 114 - Rio Pardo Grande, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas ..... **Classe 1**

Incluem-se os ribeirões Batatal e das Varas, os córregos do açogue, Capão e Pindaíba

e o rio Pardo Pequeno

Trecho 115 - Córrego Correio, das nascentes até o ponto de captação d'água para o distrito de Rodeador .....**Classe Especial**

#### **54 - SB do Rio Curimataí / Córrego das Pedras**

Trecho 116 - Rio Curimataí/Córrego das Pedras, das nascentes até a confluência com o córrego Riachão .....**Classe 1**

Trecho 117 - Rio Curimataí, da confluência com o córrego Riachão até a confluência com o rio das Velhas ..... **Classe 2**

Trecho 118 - Córrego Riachão, das nascentes até o limite jusante da 1ª captação d'água para o abastecimento doméstico do município de Buenópolis .....**Classe Especial**

Trecho 119 - Córrego Riachão, do limite jusante da 1ª captação d'água para o abastecimento doméstico do município de Buenópolis até a confluência com o córrego das Pedras ..... **Classe 1**

Trecho 120 - Córrego do Rio Preto, das nascentes - córrego do Quilombo/Córrego do Mocó, até a captação d'água para abastecimento doméstico do distrito de Curimataí ...  
.....**Classe Especial**

Trecho 121 - Ribeirão Curimataí, da confluência com o rio Curimataízinho até a confluência com o Rio Curimataí .....**Classe 1**

Incluem-se os córregos Riachinho e do Espinho.

Trecho 122 - Ribeirão da Prata, das nascentes até a confluência com o rio Curimataí .....**Classe 1**

#### **55 - SB do Rio Bicudo**

Trecho 123 - Rio Bicudo, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas.....**Classe 1**

Incluem-se os córregos Genipapo, Extrema, Diamante e Forquilha/Currallinho e o Riacho do Morro.

#### **56 - SB do Ribeirão Lavado**

Trecho 124 - Ribeirão Lavado, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas .....**Classe 1**

#### **57 - SB do Ribeirão Cotovelo**

Trecho 125 - Ribeirão Cotovelo, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas .....**Classe 1**

#### **58 - SB do Córrego São Vicente**

Trecho 126 - Córrego São Vicente, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas .....**Classe 1**

Inclui-se a Lagoa do Saco

Art. 2º - Os corpos d'água da bacia do rio das Velhas, não mencionados nesta Deliberação recebem o enquadramento correspondente ao do trecho onde deságuam (trecho de jusante).

Art. 3º - A denominação "trecho" indica o segmento de curso d'água para onde convergem todos os reflexos das atividades desenvolvidas em sua área de drenagem.

Art. 4º - Fica instituída a Comissão de Enquadramento da Bacia do Rio das Velhas, que subsidiará o acompanhamento da condição da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas e proporá medidas para efetivação do enquadramento.

§ 1º - Esta Comissão deverá ser composta por representantes das seguintes instituições:

- Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN
- Secretaria da Saúde do Estado de Minas Gerais
- Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM
- Departamento de Recursos Hídricos - DRH
- Instituto Estadual de Florestas - IEF
- Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA
- Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM
- Companhia Energética do Estado de Minas Gerais - CEMIG
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES
- Associação Brasileira de recursos Hídricos - ABRH
- Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais - FIEMG
- Federação da Agricultura do Estado de Minas Gerais - FAEMG
- Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Estado de Minas Gerais - FETAEMG
- Associação Mineira dos Conselhos Municipais de Conservação e Defesa do Meio Ambiente - ACODE
- Associação Mineira de Defesa do Ambiente - AMDA
- Associação de Pescadores e amigos do Rio das Velhas - ASPARVE
- UFMG - Escola de Medicina
- Federação Mineira de Associações Microrregionais de Municípios - FEMAM
- Fundação Rural Mineira - Colonização e Desenvolvimento Agrário - RURALMINAS

§ 2º - Os programas de acompanhamento da condição da qualidade das águas e de efetivação do enquadramento serão desenvolvidos em consonância com os demais instrumentos de gestão previstos para a bacia.

Art. 5º - Esta Deliberação entra em vigor na data de sua publicação e revoga as disposições em contrário.

Belo Horizonte, 24 de junho de 1997

José Carlos Carvalho

Presidente do Conselho Estadual de Política Ambiental

### 15.2.6.2 Carta do CBH Velhas

Belo Horizonte, 09 de março de 2004.

Ilma. Sra.

Luiza de Marillac

Chefe da Divisão de Planejamento de Recursos Hídricos do IGAM

Belo Horizonte - MG

Prezada Senhora,

Informamos a V. Sa. que a Diretoria do CBHVelhas, em reunião realizada em 08 de março de 2004, deliberou, em conformidade com os objetivos da Meta 2010, solicitar ao IGAM estudos técnicos com vistas à alteração do reenquadramento de trechos de cursos d'água da Classe 3 para a Classe 2, previstos na Deliberação Normativa COPAM 020, de 24 de junho de 1997.

Atenciosamente,

Apolo Heringer Lisboa

Presidente

### 15.2.6.3 Termo de Compromisso

O ESTADO DE MINAS GERAIS, CNPJ nº 18.788.398/0001-38, Praça da Liberdade, s/nº, bairro Funcionários, Belo Horizonte/MG, neste ato representado por seu Governador, Sr. Aécio Neves, a SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - SEMAD, CNPJ/MF nº 00.957.404/0001-78, com sede na av. Prudente de Moraes, nº 1.671, 5º andar, Bairro Santa Lúcia, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Secretário de Estado, Sr. José Carlos Carvalho, a SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO - SEPLAG, CNPJ/MF nº 05.461.142/0001-70, com sede na rua Tomaz Gonzaga, nº 686, bairro Lourdes, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Secretário de Estado, Sr. Antônio Augusto Junho Anastasia, a SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL E POLÍTICA URBANA, CNPJ nº 05.475.097/0001-02, com sede na Rua Bernardo Guimarães, nº 2460, bairro Santo Agostinho, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por sua Secretária de Estado, Sra. Maria Emília Rocha Mello, a SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - SEAPA, CNPJ nº 18.715.573/0001-67, com sede na rua Cláudio Manoel, nº 1205, Bairro Funcionários, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Secretário de Estado, Sr. Odelmo Leão Carneiro Sobrinho, a SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO, CNPJ nº 18.715.599/0001-05, com sede na av. Amazonas, nº 5855, Bairro Gameleira, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por sua Secretária de Estado, Sra. Vanessa Guimarães Pinto, o INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM, CNPJ nº 17.387.481.0001/32, com sede na rua Santa Catarina, nº 1.354, Bairro Lourdes, Belo Horizonte/MG, neste ato re-

presentado por seu Diretor Geral, Sr. Paulo Teodoro de Carvalho, o INSTITUTO GUAICUY-SOS RIO DAS VELHAS, CNPJ nº 04518749/0001-86, com sede na av. Professor Alfredo Balena, nº 190, bairro Santa Efigênia, Belo Horizonte/MG, neste ato representado por seu Presidente, Sr. Apolo Heringer Lisboa, a MITRA METROPOLITANA DA ARQUIDIOCESE DE BELO HORIZONTE, CNPJ nº 17.505.249/0001-51, com sede na Av. Brasil, nº 2079, 2º andar, bairro Funcionários, Belo Horizonte/MG, neste ato representada pela Coordenadora da Campanha da Fraternidade, Sra. Eva Torres de Aguiar, a COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA - MG, CNPJ nº 17.281.106/0001-03, com sede na rua Mar de Espanha, nº 525, bairro Santo Antônio, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Presidente, Sr. Mauro Ricardo Machado Costa, a PROCURADORIA GERAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, CNPJ nº 20.971.057/0001-45, com sede na av. Álvares Cabral, nº 1690, bairro Santo Agostinho, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Procurador-Geral, Sr. Nedens Ulisses Freire Vieira, a FEDERAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES COMERCIAIS, INDUSTRIAIS, AGROPECUÁRIAS E DE SERVIÇOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FEDERAMINAS, CNPJ nº 17.449.612/0001-69, com sede na Av. Olegário Maciel, nº 2251, bairro Lourdes, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Presidente, Sr. Arthur Lopes Filho, a ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE MUNICÍPIOS - AMM, CNPJ nº 20.513.859/0001-01, com sede na rua Matias Cardoso, nº 11, 6º andar, bairro Santo Agostinho, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por sua Presidente, Sra. Adriene Barbosa de Faria Andrade, a FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FIEMG, CNPJ nº 17.212.069/0001-81, com sede na Av. do Contorno, nº 4520, bairro Funcionários, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Presidente, Sr. Robson Braga de Andrade, a FEDERAÇÃO DOS TRABALHADORES NA AGRICULTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FETAEMG, CNPJ nº 17.388.158/0001-83, com sede na rua Álvares Maciel, nº 154, Bairro Santa Efigênia, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Presidente, Sr. Vilson Luiz da Silva, a FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FAEMG, CNPJ nº 17.194.853/000-04, com sede na Av. Carandaí, nº 1115, 3º e 4º andar, bairro, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Presidente, Sr. Gilman Viana Rodrigues, a ASSOCIAÇÃO COMERCIAL DE MINAS - ACMINAS, CNPJ nº 17.268.822/0001-50, com sede na av. Afonso Pena, nº 372, Centro, Belo Horizonte/MG, neste ato representada por seu Presidente, Sr. Eduardo Prates Octaviani Bernis,

CONSIDERANDO que o Rio das Velhas é o maior afluente em extensão da bacia do Rio São Francisco e sua bacia, localizada na região central do Estado de Minas Gerais, constitui um dos mais importantes mananciais para abastecimento de água da região metropolitana de Belo Horizonte e dos 51 Municípios que a integram;

CONSIDERANDO que a região metropolitana concentra a maior densidade populacional do Estado e uma intensa atividade de empreendimentos minerais e siderúrgicos, além das atividades agropecuárias e de reflorestamento, além de uma forte pressão demográfica sobre os recursos hídricos;

CONSIDERANDO que o Rio das Velhas, no trecho da confluência com o Ribeirão Sabará até a confluência com o Rio Jaboticatubas, foi enquadrado em 1997, em Classe 3, ressaltando ser essa a pior classe de enquadramento dos corpos de água, segundo seus usos preponderantes;

CONSIDERANDO que os resultados apresentados pelo monitoramento da qualidade



das águas no período compreendido entre 1997 aos dias de hoje apresentaram Índice de Qualidade - IQA **muito ruim** no trecho em referência, significando dizer que sequer os parâmetros relativos ao enquadramento em Classe 3 foram alcançados, o que demonstra, com efeito o comprometimento das águas por cargas orgânicas, devido aos altos valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), coliformes fecais, turbidez e fosfato total,

RESOLVEM conjugar todos os esforços no sentido de efetivar o apelo da população ribeirinha, firmando o presente instrumento, que visa atender as metas de qualidade para o enquadramento dos corpos de água em Classe 2 para o trecho supramencionado até o ano de 2010, devolvendo a vida com a presença dos peixes que já povoaram o Rio das Velhas e propiciando à Comunidade da sua Bacia a possibilidade da pesca, do lazer (natação e navegação) e do turismo.

Metas de qualidade de águas deverão ser definidas também para outros trechos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

Fica eleito o foro da Comarca de Belo Horizonte, como único e competente para dirimir quaisquer questões que porventura advierem do presente instrumento.

E, por estarem assim ajustados, os partícipes assinam o presente instrumento em 4 (quatro) vias de igual teor, para um só efeito.

Belo Horizonte, 22 de março de 2004

*Aécio Neves*  
Governador do Estado de Minas Gerais

*Mauro Ricardo Machado Costa*  
Companhia de Saneamento de Minas Gerais

*José Carlos Carvalho*  
Secretário de Estado de Meio Ambiente e  
Desenvolvimento Sustentável

*Nedens Ulisses Freire Vieira*  
Procurador Geral de Justiça do Estado de Minas  
Gerais

*Antônio Augusto Junho Anastasia*  
Secretário de Estado de Planejamento e Gestão

*Arthur Lopes Filho*  
Federação das Associações Comerciais,  
Industriais, Agropecuárias e de Serviços do  
Estado de Minas Gerais

*Maria Emília Rocha Mello*  
Secretária de Estado de Desenvolvimento  
Regional e Política Urbana

*Adriene Barbosa de Faria Andrade*  
Associação Mineira de Municípios

*Odelmo Leão Carneiro Sobrinho*  
Secretária de Estado de Agricultura, Pecuária e  
Abastecimento

*Robson Braga de Andrade*  
Federação das Indústrias do Estado de Minas  
Gerais

*Vanessa Guimarães Pinto*  
Secretária de Estado de Educação

*Vilson Luiz da Silva*  
Federação dos Trabalhadores na Agricultura no  
Estado de Minas Gerais

*Paulo Teodoro de Carvalho*  
Instituto Mineiro de Gestão das Águas

*Gilman Viana Rodrigues*  
Federação da Agricultura e Pecuária do Estado  
de Minas Gerais

*Apolo Heringer Lisboa*  
Instituto Guaicuy - SOS Rio das Velhas

*Eva Torres de Aguiar*  
Mitra Metropolitana da Arquidiocese de Belo  
Horizonte

*Eduardo Prates Octaviani Bernis*  
Associação Comercial de Minas

## 16. COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

### 16.1 O valor da água

Pode-se determinar o valor econômico de um bem pela relação entre sua oferta e procura no mercado. Quando a oferta é maior que a procura, o valor do bem tende a diminuir; de outra parte, quando a oferta é menor que a procura o bem se torna mais escasso, e seu valor tende a aumentar. Contudo, como a água no Brasil consiste em bem público, inalienável, não negociável no mercado, seu valor não pode ser determinado pela simples relação entre a oferta e a procura.

A forma mais comumente utilizada é a da negociação política nos Comitês de Bacias Hidrográficas, onde os valores são definidos, gradativamente, segundo consenso. Tal procedimento parece ser, na atualidade, absolutamente indispensável. No entanto, é sempre conveniente que a técnica quantifique a faixa de negociação para o Comitê, dando-lhe inclusive um valor para iniciar as discussões internas. Uma das possibilidades é relacionar o valor da água à sua escassez. Quanto maior for a escassez da água local, maior tenderá a ser seu valor nessa localidade.

Em verdade, a determinação do valor da água é definida pelo Comitê segundo lógica não muito diversa da destacada acima. Normalmente, considerando a intensidade dos problemas que existem na bacia e a intenção de pagar dos usuários, o Comitê determina o valor da cobrança. Assim, o Comitê usa indiretamente, de forma não explícita, o conceito de escassez para estabelecer o valor da água. Se isto é verdadeiro, a quantificação direta, de forma explícita, do valor da cobrança a partir do conceito da escassez pode ser uma técnica adequada.

É esperado que o Comitê pretenda estabelecer o valor da água por meio de uma mistura indefinível de conceitos e visões. Dessa forma, o índice de escassez torna-se simplesmente um dos guias para a deliberação final do Comitê; no entanto, um guia quantificado com uma técnica racional e objetiva.

### 16.2 Valoração da água vinculada à escassez

Uma forma pouco explorada no mundo de efetuar a cobrança pelo uso da água de um usuário é considerar o impacto deste usuário sobre os demais usuários da bacia. Esse impacto pode ser de ordem hidrológica, econômica, política ou social.

Para quantificar esse impacto, pode-se utilizar o índice "escassez de outorga", que quantifica, para qualquer trecho da bacia, a vazão ainda disponível para outorga. Desse modo, pode-se adotar não só uma base de cálculo, mas também um preço unitário para todos os usos. Tal procedimento facilita a comparação entre os usuários e simplifica, de forma significativa, o mecanismo de cobrança.

Outra importante característica desta metodologia é o fato de ela conseguir demonstrar, de forma precisa e abrangente, os impactos que um usuário causa aos demais, tornando a cobrança pelo uso da água mais transparente, dando-lhe maior credibilidade e facilitando sua aplicação. Finalmente, porém não menos importante, é sua capacidade de avaliar a tendência de variação da escassez de água. Esse indicador informa, com a frequência desejada, se a escassez de uma bacia ou sub-bacia, está subindo ou descendo e, ainda, quantifica essa tendência.

### 16.3 Metodologias de cobrança

Um dos pressupostos mais importantes para a definição da metodologia de cobrança é sua simplicidade conceitual/operacional, que possibilite sua aplicação em curto prazo, tendo em vista as limitações do atual cadastro referente à bacia do Velhas, conforme outorgas concedidas pelo IGAM. Além disso, a simplicidade da formulação propicia aos usuários o pleno entendimento e controle do processo, minimizando a insegurança dos pagadores frente à novidade da cobrança. Esses fatos são deveras importantes para facilitar a aprovação da cobrança.

#### 16.3.1 Formulação F1

Esta metodologia de cobrança é aplicável a todos os setores usuários, exceto ao Setor Hidrelétrico. Para cada elemento gerador de cobrança (captação, consumo e diluição), esta é composta de duas partes que se combinam, a saber: (i) conjunto de parâmetros (medidos/estimados) para expressar o volume de água [**vazão**]; (ii) preço básico de cada elemento gerador de cobrança [**preço**]. A formulação F1 foi adotada pelo CEIVAP para cobrança na bacia do rio Paraíba do Sul.

$$C = \underbrace{Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU}}_{\text{captação}} + \underbrace{Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU}}_{\text{consumo}} + \underbrace{Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 \times K_3)}_{\text{diluição de efluentes (DBO)}} \times \text{PPI}$$

vazão    preço
vazão    preço
vazão
preço

$Q_{\text{cap}}$  = vazão de captação ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), fornecida pelo usuário

$K_0$  = redutor de preço unitário para captação ( $\leq 1$ ), definido pelo Comitê

$K_1$  = coeficiente de consumo para a atividade em questão, ou seja, a relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário (ou ainda, percentual do volume captado que não retorna ao manancial) - fornecido pelo usuário

$K_2$  = percentual do volume de efluente tratado em relação ao volume produzido, ou seja, a relação entre a vazão efluente tratada e a total (ou ainda, o índice de cobertura de tratamento) - fornecida pelo usuário

$K_3$  = nível de eficiência de redução de DBO na estação de tratamento de efluentes - fornecido pelo usuário

**PPU** = Preço Público Unitário, base do valor final de cobrança pela captação, pelo consumo e pelo lançamento de DBO ( $\text{R}\$/\text{m}^3$ ), definido pelo Comitê

A parcela de captação na fórmula representa a preocupação em considerar a captação como um fato gerador de cobrança, tal qual o consumo e a diluição de efluentes. O fato de um usuário dispor de uma "reserva de água" correspondente à sua outorga já é motivo suficiente para haver cobrança. Afinal, essa água reservada não poderá ser utilizada por outro usuário a montante. Ao instituir-se um  $K_0$  menor que 1, procurou-se estabelecer uma relação de importância entre a captação e o consumo. A premissa básica dessa relação é a de que o consumo tem maior impacto do que a captação, uma vez que deixa de disponibilizar, de forma definitiva, água para outros usos. A parcela de consumo

define o valor a ser pago pela vazão efetivamente consumida, expressa pelo coeficiente de consumo  $K_1$ .

Quanto à terceira parcela, foram considerados os esforços daqueles que já buscam racionalizar o uso da água ou diminuir os níveis de poluição dos efluentes gerados. Neste caso, a expressão  $(1 - K_2 K_3)$  corresponde a uma redução da poluição causada pelo efluente. Quanto maior o percentual de efluentes tratados ou quanto maior a eficiência do tratamento, menor o valor pago pelo lançamento.

A simplificação dos aspectos qualitativos pela escolha de um único parâmetro (DBO) levou em conta os seguintes fatos: (i) elimina-se a complexidade inerente à caracterização/quantificação dos efluentes, que impõem o problema da escolha de parâmetros, da sua agregação e do sistema de ponderação que os hierarquiza; (ii) o parâmetro DBO é representativo de esgotos domésticos e um dos elementos mais presentes nos diferentes tipos de efluente industrial; (iii) o parâmetro DBO é de fácil mensuração ou estimativa.

É importante ressaltar que o Laboratório de Hidrologia da COPPE levou a formulação F1 à apreciação do CEIVAP, juntamente com uma descrição de suas inconveniências e, inclusive, com uma formulação alternativa bem mais completa. Desta forma, aquele Comitê, ao analisar a formulação apresentada, conhecia suas inconveniências, mas decidiu pela simplicidade da proposta.

O artigo 22 do Projeto de Lei n.º 1.616 prevê que "o lançamento de efluentes que apresentem qualidade superior à da água captada no mesmo corpo hídrico, a operação de reservatórios, a implementação de obras e execução de serviços, estudos e atividades que resultarem em melhorias da qualidade da água ou do regime fluvial, poderão ser considerados para redução dos valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos, mediante critério estabelecido pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica ou, na inexistência deste, pela correspondente autoridade outorgante".

Depreende-se desta leitura que é necessário que novas propostas metodológicas de cobrança pelo uso da água contemplem a redução da cobrança na hipótese de o usuário restituir, ao corpo hídrico, efluente em melhor qualidade que a água captada. Do mesmo modo, poder-se-ia definir a variação do Preço Público Unitário (PPU) em função da (i) sazonalidade, (ii) localização espacial do usuário e (iii) valor do índice de escassez.

### 16.3.2 Formulação F2

Considerado o contexto acima descrito, o Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ elaborou uma nova metodologia de cobrança, que pode ser vista como uma "evolução" da metodologia F1. Essa nova metodologia, com base nos conceitos legais de diluição de efluentes, leva em conta:

1. a capacidade de diluição do corpo receptor, expressa em volume de água indisponibilizada pelo lançamento de um determinado usuário;
2. a possibilidade de o usuário receber uma compensação financeira na parcela referente

$$C = \underbrace{Q_{cap}}_{\text{vazão}} \times \underbrace{K_0}_{\text{preço}} \times \text{PPU} + \underbrace{Q_{cap}}_{\text{vazão}} \times \underbrace{K_1}_{\text{preço}} \times \text{PPU} + \underbrace{\{[Carga\ efluente - Carga\ coletada] : C_{meta}\}}_{\text{vazão de diluição}} \times \text{PPU}$$

Carga

pode ser negativa quando a qualidade do efluente for superior à de captação.

à poluição, quando devolver ao rio água em qualidade superior à captada. Dependendo do alcance dessa compensação, é possível que o usuário seja credor do sistema de cobrança.

Sua expressão matemática, similar à expressão anterior, assume a seguinte forma:

$$C = \underbrace{Q_{cap} \times K_0 \times PPU}_{\text{captação}} + \underbrace{Q_{cap} \times K_1 \times PPU}_{\text{consumo}} + \underbrace{\{[Q_{eflu} \times C_{eflu} - Q_{cap} \times C_{cap}] : [K_m \times C_{meta}]\} \times PPU \times K_p}_{\text{diluição de efluentes (DBO)}}$$

Ou ainda:

**PPU** = Preços públicos unitários, a serem definidos pelo Comitê

**Q<sub>cap</sub>** = Vazão de água outorgada para ser captada (m<sup>3</sup>/mês)

**Q<sub>cons</sub>** = Vazão de água consumida pelo processo produtivo (m<sup>3</sup>/mês)

**Q<sub>eflu</sub>** = Vazão de água restituída ao corpo hídrico (m<sup>3</sup>/mês)

**C<sub>eflu</sub>** = Concentração de cada poluente do efluente

**C<sub>cap</sub>** = Concentração do poluente no corpo hídrico de captação

**C<sub>meta</sub>** = Concentração meta do corpo hídrico para o poluente

**K<sub>0</sub>** = Coeficiente que altera o preço unitário da captação

**K<sub>1</sub>** = Coeficiente da parcela da captação que é efetivamente consumida

**K<sub>p</sub>** = Coeficiente que altera o preço unitário da diluição

**K<sub>m</sub>** = Coeficiente para atualizar a concentração meta para o ano corrente

A comparação entre as duas formulações leva à constatação de que, na formulação F1, a captação responde por boa parte da arrecadação total. Isto era exatamente o desejado, pois a captação é a parcela mais fácil de medir e controlar, já que consiste em valor que o usuário requer quando do pedido de outorga. Na formulação F2, pretende-se atacar de forma mais contundente a poluição fluvial. Isso implica uma formulação que dê maior peso para o custo da vazão de diluição. O estudo feito mostra exatamente essa ênfase para a diluição. Ver o Item "Estimativa de Arrecadação" ao final deste texto.

### 16.3.3 Formulação F3 - Método do índice de escassez

Alternativamente, uma outra metodologia pode ser útil no processo de discussão da cobrança pela água bruta. Trata-se da metodologia baseada na escassez da água.

Apesar de o conceito de escassez ser amplamente conhecido e utilizado, a idéia de uma abordagem baseada na outorga de direitos de uso da água é um conceito novo. O conceito de escassez aqui utilizado será definido como a razão entre a vazão total já outorgada em um trecho, rio ou bacia, qualquer que seja o tipo de uso, e a vazão total outorgável naquele trecho, rio ou bacia, considerando que não haja usuários lá instalados.

A maior vantagem dessa metodologia é a de conseguir demonstrar os impactos que um usuário causa aos outros usuários na bacia e efetuar a cobrança em função do tipo de uso, da localização do usuário na bacia e do uso global da água no momento da análise do impacto, sem a necessidade de manipulação de coeficientes ou de preços unitários.

### 16.3.4 Formulação F4 - Método das faixas

A quarta e última metodologia aqui proposta foi inspirada nos procedimentos de recuperação de custos de controle ambiental da Scottish Environmental Protection Agency, desenvolvida no Laboratório de Hidrologia da COPPE para as condições prescritas pela Lei Federal n.º 9433/97. A elaboração dessa metodologia incorporou a cobrança de volumes captados e consumidos pelos usuários, além do lançamento de efluentes, por meio da consideração de faixas de valores discriminadas em classes de volumes captados, consumidos e de poluentes lançados.

A grande peculiaridade deste método é que o mesmo considera para a cobrança não as vazões exatas de captação, consumo e diluição do usuário, mas a faixa em que estes valores se encontram, representando a ordem de grandeza destas vazões. É esta consideração que facilita sua aplicação e, acima de tudo, sua fiscalização. A cobrança total por usuário é a soma das parcelas referentes à captação, consumo e diluição equivalente. O valor de cada uma destas parcelas é o produto entre o limite superior da faixa (arbitrado), o coeficiente do tipo de uso e o valor de referência, como descrito abaixo:

$$C = \underset{\text{parcela pela captação}}{\text{Parcela 1}} + \underset{\text{parcela pelo consumo}}{\text{Parcela 2}} + \underset{\text{parcela pela diluição}}{\text{Parcela 3}}$$

$$\text{Parcela } i = \underset{\text{valor de referência}}{V_{\text{ref}}} \times \underset{\text{valor superior da faixa}}{V_{\text{vol}}} \times \underset{\text{Coeficiente de tipo de uso}}{K_{\text{uso}}}$$

**Vref** - Valor financeiro para o cálculo da cobrança, estabelecido em função da meta de arrecadação.

Valor único, não varia com o tipo de uso.

**Vvol** - Limite superior da faixa em que se encaixa o volume para o qual o usuário tem outorga

**Kuso** - Coeficiente correspondente ao tipo de uso (captação, consumo e diluição)

O número de faixas a ser adotado, bem como seus limites superiores e inferiores, deverá ser determinado pelo Comitê, de acordo com as peculiaridades da bacia do rio das Velhas. Recomenda-se que o número de faixas e seus limites sejam os mesmos para toda a bacia considerada, atendendo ao princípio da isonomia. No entanto, como o enquadramento pode, e deve, variar por trecho de rio, é natural que haja diferenciações na parcela de cobrança devido aos diferentes limites estabelecidos pelo enquadramento.

O valor de referência é um valor monetário multiplicador, também a ser arbitrado pelo Comitê, não significando, porém, o valor a ser cobrado por m<sup>3</sup> de água. Entretanto, quanto maior ele for, maior será a cobrança por usuário e, conseqüentemente, maior a arrecadação total. O método permite que se insira o valor de referência e se calcule as cobranças por usuário e a arrecadação total; permite também a realização do caminho inverso, ou seja, que se insira a meta de arrecadação total planejada, calculando-se retroativamente o valor de referência correspondente e determinando-se o valor a ser pago por usuário. Este último caminho é o mais lógico, à medida que o Comitê pode entrar com a arrecadação prevista no Plano de Diretor e obter automaticamente o valor de referência.

Esta formulação tem como pressupostos: (i) a articulação com o processo de concessão da outorga, que estabelecerá as condições em que a captação, consumo ou lançamento



poderiam ocorrer e serviriam de base para o cálculo dos valores a cobrar; (ii) a articulação com o enquadramento dos corpos hídricos da bacia (a partir do qual seriam fixados os fatores de conversão carga x volume de diluição) embasaria a determinação do fator referente ao corpo hídrico; (iii) a articulação com o Plano Diretor de Recursos Hídricos, para definição de coeficientes aplicáveis a cada componente e para definição do valor de referência.

Esse valor de referência é determinado em função dos recursos requeridos para o programa de investimento do Plano Diretor, e diferenciado para os tipos básicos de uso da água pelos coeficientes multiplicadores. No caso da bacia do rio das Velhas, adotou-se arbitrariamente: (i) para captação: 0,4; (ii) para consumo: 1,0; (iii) para diluição: 0,75.

A grande vantagem dessa metodologia reside no grande controle que os gestores podem ter do uso de água pelos usuários cadastrados. Como, para cada uso, todos os usuários de uma mesma faixa pagam igualmente, torna-se fácil controlá-los. O controle é tão fácil que os próprios usuários podem ter claro quanto cada um deverá pagar. Um sistema de fácil controle é um sistema inibidor de fraudes e fornece a transparência e credibilidade almejadas pelos usuários pagadores.

Independentemente da formulação a ser escolhida pelo Comitê, sugere-se a adoção de um fator de redução do valor final de cobrança aos usuários que primeiro participem do pagamento dos boletos. Aplica-se ao valor total de cobrança um fator redutor proporcional ao mês de entrada do usuário no sistema.

#### 16.4 Interligação entre instrumentos de gestão das águas

A cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio das Velhas encontra-se interligada com os demais instrumentos de gestão dessas águas. Esta interligação não pode ser desconsiderada, sob pena de se ter um processo de gestão de difícil condução. Uma melhor compreensão dessas interligações pode ser encontrada no "Estudo Técnico de Apoio sobre a Cobrança". Tal estudo busca explorar um pouco essas interligações, de modo a sensibilizar todos os atores da gestão dos recursos hídricos da bacia do rio das Velhas para o fato de que todos os instrumentos devem ser planejados concomitantemente, muito embora eles possam ser implantados, um a cada tempo, de forma independente, particularmente em bacias onde já se inicia uma escassez hídrica, como é o

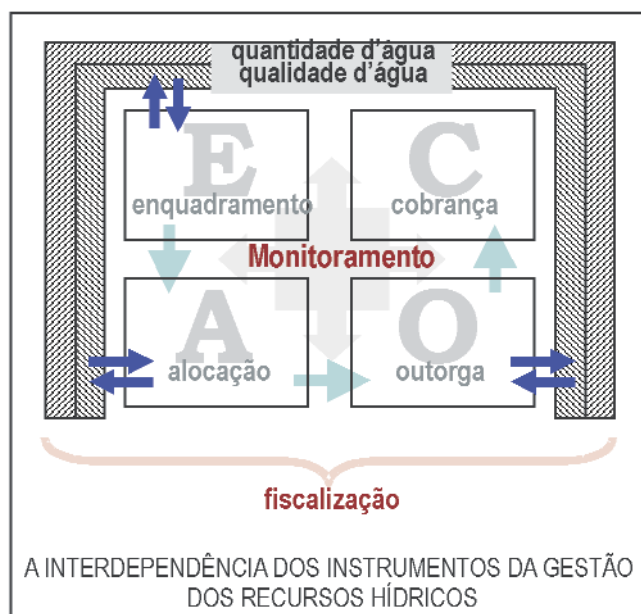


Figura 39 - Interdependência dos instrumentos da Gestão dos Recursos Hídricos

caso da bacia do rio das Velhas.

Os conceitos de disponibilidade hídrica e de restrições ambientais e operativas são conceitos associados a uma variável aleatória com sazonalidade. Por exemplo, a disponibilidade hídrica costuma ser maior nos meses do período chuvoso. Nesse sentido, é muito recomendável que o IGAM avalie a conveniência de adotar a vazão característica  $Q_{95}$  para representar a disponibilidade de água na bacia do rio das Velhas e que reabra a discussão sobre a quantificação da vazão ligada à manutenção da biota aquática para cada trecho de rio.

Assim sendo, não se aperceber detalhadamente das interdependências que existem entre todos os instrumentos de gestão das águas; não qualificar tais interdependências e não quantificá-las corretamente poderá tornar a gestão dos recursos hídricos da bacia do rio das Velhas um processo com sérias dificuldades operacionais. É muito mais eficiente e eficaz maximizar a performance do conjunto do que ter a maximização da performance isolada de cada um dos componentes. FIG. 39

### 16.5 Proposta para o enquadramento intermediário

O enquadramento dos corpos d'água não deve, necessariamente, basear-se em seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam, e que deverão possuir para atender às necessidades da comunidade.

Considerando-se os vários cenários de crescimento da região, é de se esperar que a prática da cobrança implique o crescimento constante de arrecadação e o surgimento de novas fontes de financiamento à racionalização do uso da água para a bacia do rio das Velhas. Por outro lado, é esperado que as primeiras medidas mitigadoras das mencionadas desconformidades nas águas da bacia do rio das Velhas tenham uma boa relação custo-efetividade, de tal modo que o custo das primeiras melhorias sejam inferiores ao custo das melhorias subsequentes.

Por tudo isto, é muito conveniente que a cobrança seja orientada por metas de qualidade de água, que gradativamente se aproximem do enquadramento desejado. Assim, para compatibilizar esses cálculos, sugere-se a adoção de uma curva S para representar o avanço anual das metas de enquadramento intermediário. Isto é, se para o trecho do Velhas, entre Mata-Pau e Maracujá, a meta final de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), em 2013, é de 5 mg/l e se hoje o trecho de rio apresenta uma DBO de 50 mg/l, há que se escalonar a qualidade da água, montando uma série de metas intermediárias de enquadramento que avancem, ano a ano, levando em consideração a menor capacidade de investimento e a melhor relação custo-efetividade das obras sugeridas para os anos iniciais.

Tabela 49 - Fontes poluidoras principais e os indicadores de poluição na bacia do rio das Velhas

ANOS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Curva S unitária	1	4	13	30	50	70	85	93	97	100
Curva S aplicada a DBO	50	48,6	44,5	36,8	27,7	18,6	11,8	8,2	6,4	5

Para aplicar tal formulação, pode-se utilizar a equação abaixo, em função da diferença, DIF, entre a qualidade atual e a futura.

## Curva das metas intermediárias de enquadramento ao longo dos anos

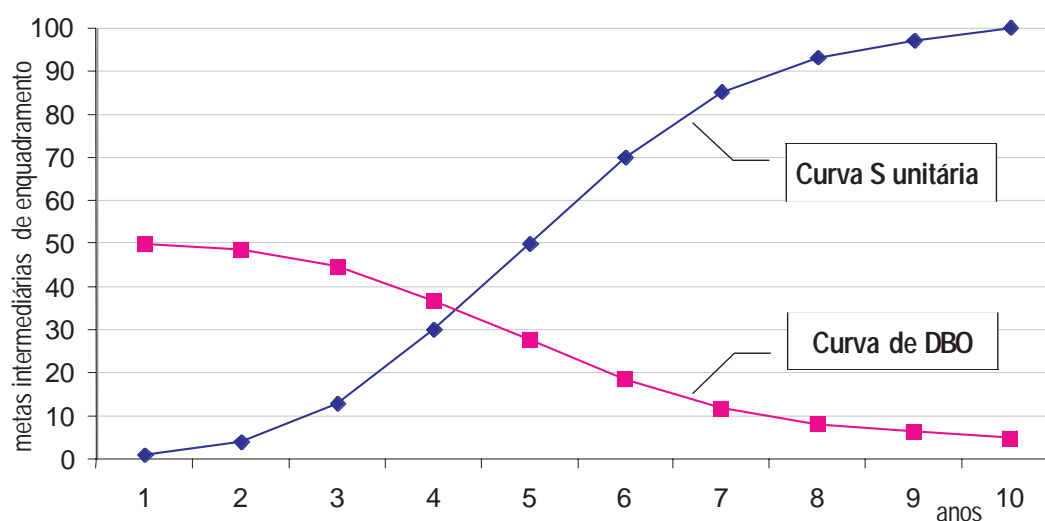


Figura 40 - curva das metas intermediárias de enquadramento ao longo dos anos

$$DIF = V_{10} - V_1 \quad ; \quad \text{onde } V_{10} \text{ e } V_1 \text{ são conhecidos.}$$

$$V_{i+1} = V_i + [(VU_{i+1} - VU_i) * DIF / 99]$$

Plotando-se as respectivas curvas, vê-se como deverá evoluir a DBO do trecho do rio das Velhas ao longo dos anos de abrangência do Plano Diretor

A curva de DBO para o rio das Velhas apresenta três tramos, a saber:

**Tramo 1** (anos iniciais), exigindo pouca variação do parâmetro enquadrado. Tal fato se mostra adequado, uma vez que no início do período ainda há poucos recursos financeiros, humanos e pouca experiência disponível à gestão hídrica.

**Tramo 2**, exigindo forte variação do parâmetro enquadrado. Nesse período, com novos estudos avançando e novas fontes de recursos financeiros, será possível alcançar fortes avanços na variação parâmetro.

**Tramo 3** (anos finais), novamente exigindo pouca variação do parâmetro enquadrado. Nos últimos anos, quando as soluções mais impactantes já tiverem sido implementadas, restarão as soluções de pior relação "custo-efetividade"; isto é, restarão soluções dispendiosas que dificultarão avanços na variação parâmetro.

O mesmo se dá quando a bacia está muito próxima de seu limite e o Estado não pode, de repente, estancar completamente o desenvolvimento e impedir novas outorgas. Nesses casos, a solução de compromisso pode ser encontrada com o uso da Curva S do enquadramento intermediário.

### 16.6 Principais ações pré-cobrança e a agência de bacia

O "Estudo Técnico de Apoio sobre a Cobrança" aborda uma série de ações que devem ser consideradas antes da implementação desse instrumento de gestão dos recursos hídricos. Dentre elas, destacam-se as ações referentes ao Cadastro de Usuários. Nesse sentido, é aconselhável que sua origem não seja unicamente uma decorrência das outorgas e das esparsas campanhas de campo realizadas por meio de demandas específicas. É importante também que sejam incorporadas informações cadastrais da Federação das Indústrias e entidades correlatas, bem como os dados cadastrais do setor tributário

estadual. Recomenda-se um esforço considerável na montagem de um cadastro minimamente confiável e abrangente dos usuários das águas da bacia do rio das Velhas. Uma alternativa rápida e eficiente é o cadastramento a partir de informações fornecidas pelo próprio usuário, num espelho do que ocorre com a Declaração de Renda - Modelo Simplificado distribuído e recolhido via Internet.

A experiência realizada na bacia do rio Paraíba do Sul recomenda o uso de um formulário bem simples, de que constem somente as informações necessárias para um controle inicial de outorga e cobrança. Diferentemente da Receita Federal, a adesão ao cadastramento é contínua e ininterrupta. As atualizações cadastrais, dependendo das demandas de outorga e de fiscalização em campo, serão planejadas na oportunidade.

### **16.7 Estimativas de arrecadação**

Para obter a estimativa do potencial de arrecadação, todos os usuários da bacia do rio das Velhas outorgados pelo IGAM, conforme Cadastro de Usuários contido no "Estudo Técnico de Apoio sobre a Cobrança", foram considerados como pagadores.

As estimativas de arrecadação foram feitas mediante o uso de três metodologias de cobrança, quais sejam, F1, F2 e F4, já comentadas acima.

Somente foi considerada, nas estimativas ora apresentadas, a cobrança pelo lançamento de DBO. No entanto, no caso de se decidir efetuar cobrança por diluição, outros poluentes de interesse, presentes nas águas da bacia do rio das Velhas, também poderiam vir a ser incluídos para efeito da cobrança pela diluição de efluentes.

Considerando que um dos mais importantes poluentes da bacia é a DBO, e considerando que o setor de saneamento é responsável por cerca de 80% da carga de DBO lançada nas águas da bacia, decidiu-se elaborar dois cenários de controle de poluição para a análise da arrecadação pela cobrança da água bruta: um cenário OTIMISTA e um cenário PESSIMISTA, para duas condições limite de tratamento dos esgotos sanitários.

No cenário OTIMISTA, onde há intensa remoção de DBO, foi considerado que 80% dos esgotos recebem tratamento secundário, com eficiência de remoção de DBO de 90%. No cenário PESSIMISTA, onde há baixa remoção de DBO, foi considerado que apenas 10% dos esgotos recebem tratamento primário com eficiência de remoção de 35% de DBO. Para os usuários dos setores de irrigação, aquicultura e recreação foi desprezado o lançamento de DBO.

Os resultados a seguir demonstram que a escolha de uma formulação de cobrança não deve ser feita sem que sejam determinados: (i) os objetivos da cobrança; (ii) qual uso da água se apresenta como principal causador de conflitos na bacia; (iii) qual a infraestrutura de fiscalização disponível; (iv) quais os dados coletados e (v) quais restrições externas à bacia que interferem na cobrança interna da bacia. Obviamente, há o aspecto econômico-financeiro da cobrança sobre os usuários, isto é, há que se contrabalançar (i) os níveis dos conflitos com (ii) a capacidade de pagamento dos usuários e com (iii) o grau de confiança no sistema de cobrança.

Os três resultados obtidos mostram claramente que, mesmo arrecadando uma mesma quantia de R\$ 13 milhões anuais, cada uma das formulações mostra os usuários de forma particular. Enquanto a formulação F1 prioriza os usos de captação e de diluição do setor saneamento, a formulação F2 enfoca mais o aspecto da diluição dos setores industrial e saneamento. Por outro lado, enquanto a formulação F1 requer poucos dados quali-quantitativos do rio, a formulação F2 requererá uma quantidade de dados e informações muito maior, e nem sempre disponível, ou mesmo não disponível com a qualidade e pre-

cisão desejadas. O Método das Faixas (F4) foi feito, para esse estudo, assemelhar-se à formulação F1, pela compreensão de que essa família de metodologia melhor se enquadra nas características da bacia do rio das Velhas. Entre as duas formulações, apesar de haver pouca diferença de resultados, há uma grande diferença de operacionalidade. O Método das Faixas requererá uma infra-estrutura de fiscalização bem mais leve.

Caso seja considerado, unicamente, o aspecto de recursos hídricos na cobrança, o método do Índice de Escassez é indubitavelmente o melhor, mais justo e mais completo. No entanto, pelo grau de dificuldade operacional, pelo volume e qualidade de informações necessárias, dificilmente uma bacia brasileira estará apta a adotá-lo na atualidade. Vale ressaltar, entretanto, que é muito conveniente que seja estimado o valor desse índice para acompanhar a sua variação no tempo e no espaço, pois essa variação no valor do índice de escassez representa um notável instrumento de gestão para os tomadores de decisão.

Uma análise global de todo o complexo da gestão dos recursos hídricos sugere que a formulação F4 seja aquela que maiores ganhos relativos possa trazer à bacia do rio das Velhas. Em seqüência decrescente estariam F1, F2 e F3.

Tabela 50 - Cenário Pessimista - pouco tratamento de DBO

Cenário Pessimista - POUCO TRATAMENTO de DBO						
MÉTODOS	Captação mil R\$	Consumo mil R\$	Diluição mil R\$	Total mil R\$	Setores Usuários	
					Tipos de Uso	S - setor saneamento I - setor industrial Aq - setor agrícola Aq - setor aquicultura P - setor pecuária
F1	AGUAS SUP.	2.956,6	4.237,4	11.301,9		
	AGUAS SUB.	373,6	1.072,6	2.250,5		
	TOTAL	3.330,2	5.310,0	13.552,5		
F2	AGUAS SUP.	166,6	10.144,0	10.542,1		
	AGUAS SUB.	21,1	2.944,7	3.011,0		
	TOTAL	187,7	13.088,7	13.553,1		
MÉTODO FAIXAS - F4	AGUAS SUP.	4.310,9	2.427,5	11.049,0		
	AGUAS SUB.	532,5	1.081,9	2.503,6		
	TOTAL	4.843,4	3.509,4	13.552,6		



Tabela 51 - Cenário Otimista - muito tratamento de DBO

Cenário Otimista - MUITO TRATAMENTO de DBO						
MÉTODOS	Captação mil R\$	Consumo mil R\$	Diluição mil R\$	Total mil R\$	Setores Usuários	
					Tipos de Uso	
F1	AGUAS SUP.	2.956,6	1.558,5	8.623,0		
	AGUAS SUB.	373,6	437,6	1.615,5		
	TOTAL	3.330,2	1.996,1	10.238,6		
F2	AGUAS SUP.	250,6	7.053,3	7.652,1		
	AGUAS SUB.	31,7	2.484,3	2.584,2		
	TOTAL	282,2	9.537,7	10.236,2		
MÉTODO FAIXAS - F4	AGUAS SUP.	3.545,7	1.571,2	8.662,3		
	AGUAS SUB.	438,0	406,4	1.575,7		
	TOTAL	3.983,7	1.977,6	10.238,1		

## **17. CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA UNIDADE EXECUTIVA DESCENTRALIZADA A SER EQUIPARADA À AGÊNCIA DE BACIA: FIGURA JURÍDICA E VIABILIDADE FINANCEIRA**

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 de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas, os Comitês de bacia hidrográfica, os órgãos e as entidades dos poderes estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos, as agências de bacias hidrográficas e as entidades a elas equiparadas.

Evidentemente, não se poderá pretender destacar esse ou aquele integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, haja vista o 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 se revestem as agências de bacias hidrográficas e suas equiparadas, que têm a função de prestar o suporte técnico-operativo às decisões dos Comitês.

No que concerne 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, 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.

Compete-lhes também efetuar a cobrança pela utilização dos recursos hídricos da bacia, propondo aos Comitês os valores respectivos e o plano de sua aplicação, bem como mantendo sistema de faturamento, controle de arrecadação e fiscalização do consumo.

É o que dispõe o art. 38 da Lei nº 13.199/99, *verbis*: "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".

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 sim-

biose 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 em relação à simulação do potencial de arrecadação na bacia hidrográfica do rio das Velhas demonstram essa viabilidade financeira. Na bacia, pode-se arrecadar cerca de R\$ 13.000.000,00/ano (treze milhões por ano), de acordo com as outorgas concedidas pelo IGAM. Ressalta-se que esse valor de arrecadação será aumentado em função da regularização dos usos, a ser efetuada por meio do cadastramento dos usuários, atividade fundamental para a gestão da bacia e contemplada no Plano de Ação constante do Plano Diretor de Recursos Hídricos.

Portanto, a bacia hidrográfica do rio das Velhas reúne as condições necessárias à implementação de sua agência ou entidade a ela equiparada.

No que se refere às figuras jurídicas, as agências de bacia e suas equiparadas têm diante de si cardápio variado de modelos legais aplicáveis a 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 das Velhas.

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 Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, devem procurar se desvencilhar, o mais 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:

### **17.1 Organizações civis 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, muita vez, de mera vestimenta ou terminologia nova para designar institutos tradicionais do Direito Administrativo, aos quais se pretende, no entanto, uma "flexibilização" gerencial cujos contornos devem ser bem analisados e suficientemente conhecidos, a fim de se prevenir a 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 arranjos institucionais inusitados no trato da questão administrativa ambiental (nele 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 dessas modalidades jurídicas, a legislação federal contempla diversas outras organizações civis de recursos hídricos, conforme o elenco constante 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 desses modelos podem ser equiparados à agência de bacia.

### **17.2 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 citado, 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 sua habilitação: não ter fins lucrativos, devendo obrigatoriamente investir seus excedentes financeiros no desenvolvimento de suas próprias atividades; previsão expressa em seu 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; proibição de 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; 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, ao 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, na forma da legislação federal que lhes definiu regime jurídico próprio, repercutiu favoravelmente, estimulando a iniciativa de sua adoção pelo legislador estadual, nos termos do texto mineiro a que se refere o item seguinte.

### **17.3 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 sobredita.

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: é o que dispõe o art. 3º 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 OSCIPs 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).

A 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 o IGAM.

Como se vê, uma eventual 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, conforme solicitação do próprio Comitê, por intermédio de sua direção.

#### **17. 4 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. Aliás, até há bem pouco tempo, 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, é que se alterou a redação do sobredito 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." (grifamos) ; 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, na lição dos doutos, 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 intermunicipais (in Mendonça, Legislação de Recursos Hídricos, IGAM, 2002. p. 278)



### **17.5 Associações civis sem fins lucrativos**

Embora a doutrina em sua maioria 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 dizer-se em qualquer estatuto de associação que se tratava de uma "sociedade civil sem fins lucrativos" etc.

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. Ou seja: doravante, há-de se distinguir sociedade e associação, constituindo-se esta, a associação, na dicção do art. 53 do citado diploma legal, pela união de pessoas (físicas ou jurídicas) que se organizem para fins não econômicos, exclusivamente.

Assim, a associação deve ser constituída por escrito, mediante o seu 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.

Sua existência legal começa com a inscrição do ato constitutivo no registro peculiar, qual seja, o Cartório Civil das Pessoas Jurídicas, adquirindo, a partir daí, a sua personalidade jurídica, bem como podendo exercer todos os direitos que lhe são juridicamente reservados

Conclusão: Em atendimento à solicitação formulada pela Diretoria do CBH Velhas ao IGAM, no sentido da elaboração técnica de um modelo organizacional relativo à unidade executiva equiparável, em curto prazo, à agência de bacia, a ser submetido à análise, discussão e aprovação do Plenário do Comitê, conclui-se: a partir da análise das figuras jurídicas e suas características positivas e negativas, vimos que apenas as associações sem fins lucrativos, no caso presente, vêm ao encontro da desejável eficiência operacional e efetivação de resultados no que se refere à gestão dos recursos hídricos da bacia do Velhas. Portanto, dos modelos disponíveis - seja OSCIP, seja consórcio intermunicipal etc. - nenhum desses reúne a simplificação organizacional necessária, tampouco o amparo legal desburocratizante, que possa viabilizar, em curto prazo e satisfatoriamente, o objetivo a ser alcançado, ou seja: a consolidação do SEGRH-MG mediante a criação e implementação de uma unidade executiva descentralizada equiparada à agência de bacia hidrográfica, de modo a fornecer o suporte técnico, operacional e financeiro indispensável ao pleno funcionamento do CBH-VELHAS.

Nesse sentido, apresenta-se, como uma eventual opção técnica de unidade executiva descentralizada de apoio ao CBH-VELHAS, o seguinte modelo organizacional:

- Associação para fins não econômicos, a ser composta - em pé de igualdade - por representantes da sociedade civil e usuários (paritariamente).

A entidade a ser criada contará com a seguinte estrutura:

- Assembléia Geral;
- Diretoria Executiva; e
- Ouvidoria.

A assembléia geral é o órgão superior de natureza deliberativa da associação para fins



não econômicos, competindo-lhe privativamente: eleger e destituir os administradores; aprovar as contas; e alterar o estatuto. (art. 59 do Código Civil)

A ouvidoria é órgão auxiliar tanto da assembléia geral como da diretoria executiva; dentre suas principais atribuições, destacam-se: receber e encaminhar aos demais órgãos da entidade as reclamações, sugestões, denúncias etc.; enfim, o desempenho da interlocução e atendimento ao direito de petição dos usuários e comunidades da bacia do Velhas atinente às questões afetas à gestão dos recursos hídricos; bem como preparar os pareceres fiscais sobre as contas e submetê-los ao crivo da assembléia geral.

Outrossim, sugere-se a seguinte denominação para a entidade em apreço:

"ASSOCIAÇÃO EXECUTIVA DE APOIO À GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS/ AGB-VELHAS".

### **17.6 Roteiro**

Por último, apresentam-se os passos para a instituição da entidade equiparável:

- 1 - Apresentação no plenário do CBH VELHAS do modelo elaborado pelo IGAM;
- 2 - Discussão no âmbito do Comitê e escolha do modelo a ser adotado;
- 3 - Elaboração do estatuto contendo a estrutura organizacional, objetivos, competências e demais dispositivos para o funcionamento da entidade;
- 4 - Efetivação da associação mediante o seu registro no Cartório Civil das Pessoas Jurídicas e demais providências burocráticas;
- 5 - Elaboração do dossiê contendo a documentação jurídica e viabilidade financeira da entidade mediante a cobrança pelo uso das águas na bacia do Velhas;
- 6 - Encaminhamento do dossiê ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, para sua deliberação no que concerne à equiparação da unidade executiva descentralizada à agência de bacia;
- 7 - Discussão e aprovação junto ao CBH VELHAS das cláusulas e condições para a elaboração do contrato de gestão;
- 8 - Celebração do contrato de gestão entre a entidade já equiparada e o IGAM.

Eis as etapas e procedimentos legais cabíveis para se obter a equiparação da unidade executiva descentralizada à agência de bacia hidrográfica do Rio das Velhas, bem como para aprovar e celebrar o contrato de gestão a que se referem os §§ 2º, 3º e 4º do art. 47 da Lei nº 13.199/99, e os arts. 21 e 22 do Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001.

## 18. SIMULAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA

Com os objetivos de consubstanciar os resultados do estudo da capacidade assimiladora de poluentes do trecho do rio das Velhas entre os rios Sabará e Jaboticatubas, avaliar e definir as ações passíveis de serem implantadas para seu reenquadramento na Classe 2, foi empregado o modelo de qualidade de água definido no "Estudo de Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas", desenvolvido no âmbito do PROSAM, bem como as respectivas bases de dados sobre as projeções populacionais, o uso das águas, as disponibilidades hídricas e cargas de poluentes.

Essa base de dados foi atualizada com informações fornecidas pela COPASA, relacionadas com o consumo per capita, atendimento dos sistemas de abastecimento de água e esgoto, eficiência dos sistemas de tratamento implantados e previstos, dentre outros.

As simulações da qualidade das águas realizadas comprovaram a atual situação crítica do rio das Velhas no trecho avaliado, principalmente nos períodos de estiagem, sendo necessários elevados investimentos para a sua manutenção em condição ainda pouco inferior à definida para a Classe 2 de enquadramento.

É na Região Metropolitana de Belo Horizonte que se situa a maior concentração populacional e de atividades econômicas da bacia. Como consequência, concentram-se na Região Metropolitana os principais focos de poluição hídrica, representados pelos esgotos domésticos e efluentes industriais e da atividade mineral, ressaltando-se que, na área em questão, está situado o Quadrilátero Ferrífero.

Esses fatores de pressão são responsáveis pelo elevado grau de degradação das águas do rio das Velhas em um extenso trecho, iniciado na confluência com o ribeirão Arrudas, onde, inclusive, registra-se a anoxia. O processo de autodepuração natural promove a melhoria de suas águas, de modo que pelo menos o oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio já são quase que totalmente recuperados nas proximidades da confluência do rio Cipó.

Como decorrência da situação acima descrita, foi definida a Classe 3 para o trecho do rio das Velhas entre os rios Sabará e Jaboticatubas, por ocasião do processo de enquadramento dos cursos d'água da bacia segundo os usos preponderantes.

Essa condicionante foi considerada nos trabalhos realizados pelo "Estudo de Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas", em que foram definidas as ações necessárias para o atendimento daquela classe.

Com as novas diretrizes definidas pelo CBH VELHAS, prevendo uma qualidade ainda melhor nesse trecho, qual seja, a Classe 2 de enquadramento, foram realizados novos estudos de modo a avaliar a capacidade assimiladora de poluentes do rio das Velhas e indicar as ações necessárias para alcançar tal melhoria. Para tanto, foi aplicado o modelo de qualidade de água definido no "Estudo para Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas", desenvolvido no âmbito do Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça - PROSAM, executado pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral de Minas Gerais.

O fato de o rio das Velhas ser o principal corpo receptor dos esgotos domésticos gerados na grande Belo Horizonte, região com problemas associados ao processo de urbanização acelerada e muitas vezes descontrolada, onde se sobressai a ocupação de fundos de vales, faz com que seu saneamento se torne uma tarefa complexa e onerosa, que

exige o emprego da melhor tecnologia economicamente disponível.

## **18.1 Informações disponíveis**

Para a realização deste estudo foram utilizadas as informações disponibilizadas nas bases listadas a seguir.

### **18.1.1 Relatórios avaliados (COBRAPE/PROSAM)**

1. Instrumentos de gestão - Preparação dos Modelos de Simulação: Modelo de Qualidade da Água, Seção B - Produto B2.2. Relatório Final RT-A.1.5-COBRAPE-022. Volumes I e II, abril, 1999.
2. Instrumentos de gestão - Preparação dos Modelos de Simulação: Modelo de Simulação Hidrológica. Seção B2.1. Relatório Final. RT.A.1.5-COBRAPE-013. Maio/1998.
3. Instrumentos de gestão - Preparação dos Modelos de Planejamento: Seção C - Produto C1: Plano Diretor de Recursos Hídricos - Atividade C1. Relatório Final. Volume I, abril/99.

### **18.1.2 Bancos de dados / Modelos avaliados (COBRAPE/PROSAM)**

1. Planilha eletrônica "BD\_DOM.XLS": contém toda a base de dados sobre o uso das águas pelo setor doméstico, incluindo as projeções da população urbana e rural dos municípios da bacia (por distrito), da população atendida por sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, além das previsões de implantação de estações de tratamento de esgotos, seu atendimento e eficiência na remoção de poluentes. Inclui, também, os parâmetros adotados para a estimativa das cargas de poluentes. É a planilha onde são feitos todos os cálculos das demandas de água (captações) e dos efluentes domésticos, nesse caso tanto em termos de vazões quanto de cargas poluidoras.
2. Modelo "MH.XLS": é o modelo hidrológico do rio das Velhas. A partir da série histórica de informações hidrológicas dos principais postos fluviométricos da bacia foram definidas as vazões características: vazão média do período seco, vazão média do período úmido, Q7,10, Q95, vazão do período correspondente à calibração do modelo de qualidade de água, dentre outras. Avalia o balanço da demanda frente as disponibilidades hídricas. Determina as vazões específicas características e as vazões de cada trecho para alimentar o modelo de qualidade de água. Permite a estimativa dessas vazões para eventos específicos.
3. Modelo "MQ.XLS": é o modelo de qualidade de água do rio das Velhas. É uma interface, em planilha eletrônica EXCELL/VISUAL BASIC, que agrega e trata todo o conjunto de informações sobre os usos das águas e cargas poluidoras (BD\_DOM.XLS, BD\_IND.XLS, BD\_AGR.XLS, dentre outras planilhas) e sobre as disponibilidades hídricas (MH.XLS), prepara os dados para a alimentação do programa QUAL2E (de simulação da qualidade da água), comanda a operação do QUAL2E, organiza os resultados das simulações e os apresenta em gráficos e desenhos. O modelo foi calibrado com dados levantados especificamente para esse fim e dados do projeto "Águas de Minas", coordenado e executado pelo IGAM.

Por se tratar de um Plano Diretor para toda a bacia do rio das Velhas, o modelo de qualidade de água QUAL2E foi aplicado apenas no estirão principal do rio das Velhas. O modelo considera que todas as cargas são lançadas diretamente no curso principal, fazendo uso de um Fator de Atenuação, calibrado com dados de campo. Assim, o mo-

delo adotado é misto, sendo tradicional para o estirão principal e empírico para os tributários.

O modelo de qualidade de água apresentou grande sensibilidade para a questão do controle das cargas poluidoras que são lançadas nos ribeirões Arrudas e do Onça e pequena sensibilidade para os demais lançamentos, ou seja, a manutenção da qualidade das águas do rio das Velhas é muito dependente das ações de controle de poluição adotadas em Belo Horizonte e Contagem (incluindo Sabará em menor expressão) e praticamente independente dessas ações nos demais municípios. Isto não significa que os tributários que recebem as cargas dos demais municípios terão qualidade aceitável; pelo contrário, no estudo são indicadas sub-bacias com problemas.

Nesse aspecto deve ser considerado que provavelmente em razão do empirismo do Fator de Atenuação, nas aplicações do modelo não foi verificada sensibilidade para as ações de controle de poluição nos municípios situados na sub-bacia do ribeirão da Mata, com destaque para Vespasiano, Ribeirão das Neves e Pedro Leopoldo. Por outro lado, é destacado o fato de que o modelo foi calibrado com dados de vazão e qualidade levantados especialmente para tanto, bem como com dados do projeto "Águas de Minas".

Conclui-se, portanto, que os trabalhos do PROSAM foram realizados atendendo às técnicas disponíveis para a abrangência de um Plano Diretor da bacia hidrográfica como um todo, permitindo, a definição das diretrizes básicas para a gestão da bacia. Em casos específicos, será necessária a realização de estudos detalhados.

Este é o caso da área de drenagem do rio das Velhas que compreende a Região Metropolitana de Belo Horizonte, onde são observadas duas situações distintas. Em razão da grande sensibilidade do modelo para as cargas geradas em Belo Horizonte e Contagem, é possível o seu uso para a definição das diretrizes básicas para se alcançar a Meta 2010. Todavia, como isso resultará em investimentos de elevada monta, com a implantação de sistemas de tratamento com elevada eficiência, torna-se conveniente a realização, posteriormente, de um estudo detalhado, considerando todos os tributários receptores de cargas poluidoras, para se obter resultados mais precisos, coerentes com as ações e investimentos a serem realizados.

Considerando-se que o banco de dados foi desenvolvido em 1996, faz-se conveniente a sua atualização com dados recentes, inclusive de população, por ser anterior ao censo de 2000 do IBGE. Com o propósito de promover a atualização, foram empregados dados da COPASA, relativos aos municípios onde esta possui concessão.

Todavia, essa atualização somente pôde ser feita para informações relativas a consumo por habitante, percentual da população atendida pelos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, índice de perdas e eficiência das unidades de tratamento implantadas. A população não pôde ser alterada em vista da forma com que é incluída na planilha BD\_DOM.XLS, que difere das projeções disponibilizadas pela COPASA.

Outra alteração feita na planilha BD\_DOM.XLS e no modelo MQ.XLS refere-se aos lançamentos de Belo Horizonte e Contagem nos ribeirões Arrudas e Onça, uma vez que o percentual de atendimento de seus respectivos sistemas de esgotamento sanitário e processos de tratamento são distintos. Essa alteração promoveu melhorias em relação ao formato original, porém não foi a desejada, também como uma decorrência do formato das planilhas do modelo, que não admitem alterações substanciais.

O melhor arranjo para essa questão foi a definição de que 60% dos esgotos sanitários de Belo Horizonte serão direcionados para a ETE Arrudas e 40% para a ETE Onça, onde foram aplicadas as correspondentes eficiências de tratamento. No caso de

Contagem essa relação foi definida como sendo igual a 40% e 60%, respectivamente. Todavia, o programa, após calcular separadamente a carga de poluentes remanescente, promove a somatória das mesmas para, em seguida, redistribuir na mesma proporção para cada um dos cursos d'água. Assim, a qualidade simulada no trecho do rio das Velhas entre esses dois tributários apresentará uma pequena variação da condição real, que é relacionada à diferença na eficiência das duas ETE.

Outra questão registrada quando da realização dos trabalhos refere-se às cargas e simulações dos coliformes fecais. De fato, foram observadas inconsistências nos resultados das simulações, o que exigiu uma avaliação detalhada das planilhas do modelo. Da avaliação concluiu-se que as planilhas deveriam estar relacionadas com as cargas resultantes da situação de qualidade natural estimada para os cursos d'água, às quais não teria sido aplicado um fator redutor necessário para a utilização do programa QUAL2E, fator este que é aplicado como um multiplicador aos resultados das simulações, no caso 1000.

Realizou-se a correção com a aplicação desse fator nas cargas naturais, e foram obtidos resultados mais consistentes. Além disso, essas cargas não teriam um efeito significativo para o resultado final do presente estudo, à medida que o banco de dados considera todas as fontes poluidoras existentes que seriam responsáveis pelas concentrações simuladas dos cursos d'água. Entretanto, por tratar-se de uma alteração fundamental do programa original, que é muito complexo, os resultados simulados de coliformes fecais têm de ser considerados com um certo grau de suspeita.

Finalmente, deve ser indicado que nas alternativas de controle definidas pela COBRAPE/PROSAM foram consideradas as seguintes eficiências na remoção nos processos de tratamento dos esgotos sanitários:

Tabela 52 - Eficiências na remoção nos processos de tratamento dos esgotos sanitários

Parâmetro	Tratamento Primário (%)	Tratamento Secundário (%)
DBO <sub>5</sub>	35	85
N <sub>Total</sub>	20	35
P <sub>Total</sub>	15	35

## 18.2 Simulações da qualidade das águas

O ponto de partida das projeções da qualidade das águas foi a realização de simulações idênticas às apresentadas nos documentos do COBRAPE/PROSAM, a fim de verificar a fidelidade dos resultados após a colocação do modelo em operação, o que também permitiu uma primeira avaliação da situação de qualidade das águas do rio das Velhas. Essas simulações abrangeram os seguintes cenários:

1. Vazão mínima média de 7 dias em período de recorrência de 10 anos,  $Q_{7,10}$ , em 2000, quando todos os esgotos de Belo Horizonte e Contagem eram lançados sem tratamento nos corpos receptores;
2. Vazão  $Q_{7,10}$  em 2001, quando as ETE Arrudas e Onça deveriam estar iniciando sua operação com grau de tratamento primário;
3. Vazão  $Q_{7,10}$  em 2010, que é o horizonte de projeto para o presente estudo;



4. Vazão média dos meses de julho, agosto e setembro, período crítico de restrição de vazões, aqui indicada como  $Q_{seco}$ , em 2000;
5. Vazão  $Q_{seco}$  em 2001; e
6. Vazão  $Q_{seco}$  em 2010.

Os resultados dessas simulações são apresentados nos gráficos de vazão, oxigênio dissolvido - OD, demanda bioquímica de oxigênio - DBO, nitrogênio amoniacal, fosfato total e coliformes fecais (Figura 41). Ressalte-se que os resultados de coliformes fecais na figura abaixo ainda mantêm as inconsistências já indicadas anteriormente.

Essas simulações realizadas pelo PROSAM no "Estudo para Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas" comprovaram a situação crítica de qualidade das águas do rio das Velhas nos períodos de recessão das vazões ( $Q_{7,10}$ ). Indicaram que, em 2000, antes da implantação das ETE Arrudas e Onça, o oxigênio dissolvido alcançava a anaerobiose em um trecho de 15 km a partir do km 638, entre o ribeirão da Mata e o rio Taquaraçu, deixando de atender à Classe 3 de enquadramento em um trecho de 60 km a partir do km 655, logo a jusante do ribeirão da Onça. O não atendimento à classe de enquadramento em termos do OD se repetia a partir do km 558, a jusante do ribeirão Jaboticatubas, por um trecho superior a 130 km, até as proximidades do rio do Onça.

A prevista implantação das ETE Arrudas e Onça, com eficiência primária em 2001, resultaria em melhorias nessa situação, porém ainda insuficientes. Em 2010, com a operação dessas ETE com tratamento secundário e de outros sistemas em toda a bacia, o OD permaneceria com um mínimo de 4,23 mg/l no km 637, imediatamente a jusante do ribeirão da Mata, atendendo à Classe 3.

Relativamente à DBO, nitrogênio amoniacal e fosfato total, seriam alcançados os seguintes teores máximos na confluência com o ribeirão da Onça:

Tabela 53 - Teores máximos de DBO, nitrogênio amoniacal e fosfato total na confluência com o ribeirão da Onça

Cenário	DBO (mg/l)	N Amoniacal (mg/l)	Fosfato Total (mg/l)
Vazão $Q_{7,10}$ em 2000	41	3,8	0,76
Vazão $Q_{7,10}$ em 2001	30	2,9	0,57
Vazão $Q_{7,10}$ em 2010	8,4	0,9	0,17

A figura 41 apresenta valores elevados, mesmo para 2010, quando se prevê todo um conjunto de ações de controle de poluição. Todavia, a DBO torna-se aceitável pelo fato do OD permanecer em conformidade com a Classe de enquadramento. O mais crítico é o fosfato total, com 0,17 mg/l, enquanto que o padrão das Classes 2 e 3 é igual a 0,025 mg/l, condição que tem como atenuante o fato de não existirem, na calha do rio das Velhas, reservatórios que poderiam ser eutrofizados com essa condição. Pelas razões já especificadas, não estão sendo feitas considerações aos resultados de coliformes fecais.

Ressalte-se, contudo, que essas condições seriam registradas quando da ocorrência de uma situação de elevada restrição das vazões, com pequena probabilidade de ocorrência. Os resultados das simulações para a vazão média de período seco,  $Q_{seco}$ , que é a média histórica das vazões mensais de julho, agosto e setembro, são muito melhores.



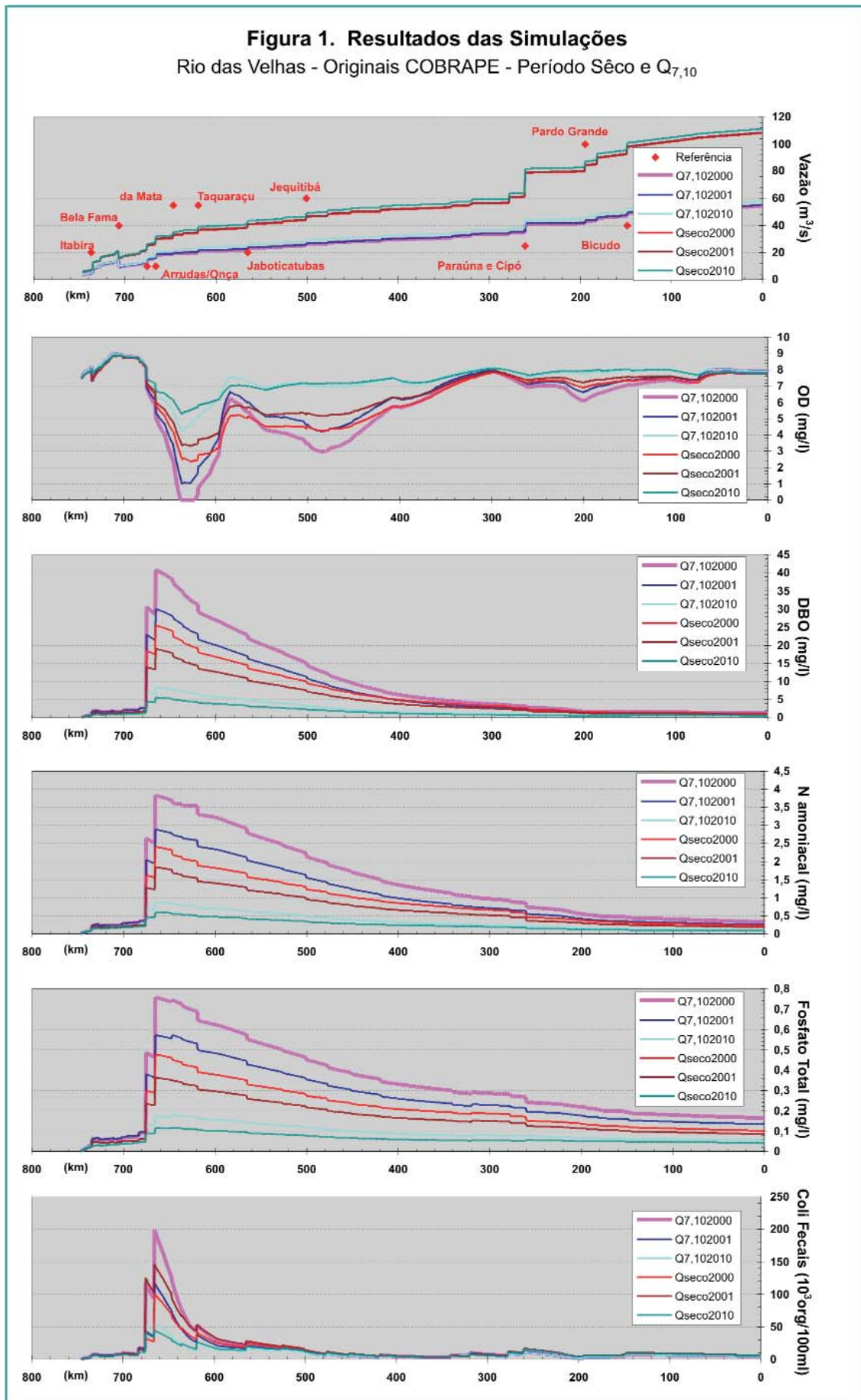


Figura 43 - Resultados das simulações relativas ao rio das Velhas (1)

Ainda seriam verificadas inconformidades em relação ao oxigênio dissolvido em 2000 e 2001, alcançando mínimos de 2,4 mg/l (km 627) e 3,4 mg/l (km 637), respectivamente. No entanto, o mínimo alcançado em 2010 seria de 5,3 mg/l no km 637, qualidade que é compatível com a Classe 2 de enquadramento. Porém, mesmo para essa situação o fosfato total alcançaria um máximo de 0,116 mg/l.

Assim, esses cenários definidos por COBRAPE/PROSAM demonstraram que, para a manutenção do trecho do rio das Velhas entre o ribeirão Arrudas e o rio Jaboticatubas na Classe 3 em termos do oxigênio dissolvido - OD na condição hidrológica de estigagem severa ( $Q_{7,10}$ ), seria necessário que os sistemas de esgotamento sanitário de Belo Horizonte e Contagem tivessem um atendimento de 98% da população e que as respectivas ETE tivessem uma eficiência de tratamento secundário, com 85% de remoção da demanda bioquímica de oxigênio - DBO.

As principais considerações da COBRAPE sobre o atendimento do enquadramento foram direcionadas para esses dois parâmetros, OD e DBO, apesar de ter sido indicado que o fosfato e o coliforme fecal permanecem, em grande parte do percurso do rio das Velhas, em teores muito superiores aos padrões das Classes.

Como pode ser observado na Figura 41, em 2010 o OD atenderia ao padrão da Classe 2 quando considerada a vazão média do período seco, deixando de atendê-lo nos períodos de recessão das vazões  $Q_{7,10}$  em um trecho de 23 km, entre os kms 643 e 620 do curso principal do rio Velhas, aproximadamente entre o aporte dos ribeirões da Mata e Taquaraçu.

Após a discussão desses resultados com o Grupo de Trabalho responsável pelo acompanhamento do Plano, com enfoque na Meta 2010 e no emprego do modelo na avaliação de outras alternativas de controle para sedes de municípios da região da grande Belo Horizonte, foram definidas as seguintes diretrizes:

- Conveniência pela atualização dos dados das planilhas originais do COBRAPE/PROSAM conforme indicado no item 17.1.2 deste estudo.
- Definir priorização de ações para implantação de interceptores para o direcionamento dos esgotos até as ETE Arrudas e Onça, bem como alternativas de melhoria da eficiência da ETE Onça (em termos de DBO, N, P e coliformes).
- Adotar novos parâmetros de carga específica gerada por habitante.
- Considerar, também, a vazão  $Q_{95\%}$ , que poderia representar mais adequadamente a condição de situação ambiental crítica.

Procedeu-se, portanto, à atualização das informações do banco de dados original, conforme indicado anteriormente. Não foram adotados novos parâmetros de carga específica, à medida que as informações disponibilizadas ainda não reúnem um conjunto suficiente de dados que fornecesse confiabilidade estatística. Além disso, os resultados alcançados com essas informações são aproximadamente iguais aos indicados pela bibliografia pertinente.

As novas simulações realizadas atenderam aos seguintes cenários:

- Vazão  $Q_{7,10}$  em 2000 ( $Q_{7,10}$  2000), quando todos os esgotos de Belo Horizonte e Contagem eram lançados sem tratamento nos corpos receptores. As principais alterações em relação ao banco de dados original da COBRAPE são as seguintes:

– Distribuição dos esgotos de Belo Horizonte e Contagem nos ribeirões Arrudas

e Onça;

–Taxa de atendimento de distribuição de água, consumo per capita micro-medido, índice de perdas, taxa de atendimento com rede de esgoto e taxa de atendimento das ETEs; dentre as alterações, a mais importante foi o emprego da taxa de atendimento pela rede de esgotos de Belo Horizonte e Contagem, sendo, respectivamente, iguais a 86% e 70%

• Vazão  $Q_{7,10}$  em 2004 ( **$Q_{7,10}$  2004**), quando a ETE Arrudas encontrava-se em operação. As principais alterações em relação ao banco de dados original da COBRAPE são as seguintes:

- Adotadas a taxa de atendimento de distribuição de água, consumo per capita micro-medido, índice de perdas, taxa de atendimento com rede de esgoto e taxa de atendimento das ETEs, com exceção da ETE Arrudas, de 2001; a taxa de atendimento pela rede de esgotos de Belo Horizonte, Contagem, Santa Luzia e Vespasiano foi de, respectivamente, 92,16%, 85,84%, 81,55% e 80,22%;

- A eficiência média da ETE Arrudas foi de 90% para a DBO, 40% para nitrogênio e fósforo e 99,8% para coliformes, atendendo a 500.000 habitantes;

- A eficiência média da ETE de Santa Luzia foi de 88% para a DBO, 40% para nitrogênio e fósforo e 96% para coliformes, atendendo a 70.000 habitantes;

- A eficiência média da ETE de Vespasiano foi de 95% para a DBO, 40% para nitrogênio e fósforo e 99,8% para coliformes, atendendo a 43.600 habitantes;

• Vazão  $Q_{7,10}$  em 2010 ( **$Q_{7,10}$  2010**), com as ETEs Arrudas e Onça em operação. As principais alterações em relação ao banco de dados original da COBRAPE são as seguintes:

- Adotadas a taxa de atendimento de distribuição de água, consumo per capita micro-medido, índice de perdas, taxa de atendimento com rede de esgoto e taxa de atendimento das ETEs, com exceção da ETE Arrudas, de 2001; a taxa de atendimento pela rede de esgotos de Belo Horizonte, Contagem, Santa Luzia e Vespasiano foi de, respectivamente, 94%, 92%, 80% e 90%;

- A eficiência média da ETE Arrudas foi de 90% para a DBO, 40% para nitrogênio e fósforo e 99,8% para coliformes, atendendo a toda população servida por rede de esgotos;

- A eficiência média da ETE Onça foi de 70% para a DBO, 20% para nitrogênio, 15% para fósforo e 70% para coliformes, atendendo a toda população servida por rede de esgotos;

- A eficiência média da ETE de Santa Luzia foi de 88% para a DBO, 40% para nitrogênio e fósforo e 96% para coliformes, atendendo a toda população servida por rede de esgotos;

- A eficiência média da ETE de Vespasiano foi de 95% para a DBO, 40% para nitrogênio e fósforo e 99,8% para coliformes, atendendo a 90% da população servida por rede de esgotos;

• Vazão  $Q_{7,10}$  em 2010 com polimento na ETE Onça ( **$Q_{7,10}$  POnça**). As principais alterações em relação à anterior são as seguintes: a taxa de atendimento pela rede de esgotos de Belo Horizonte, Contagem, Santa Luzia e Vespasiano foi de, respectivamente, 95%, 95%, 80% e 90%;

- Eficiência média da ETE Onça foi de 95,5% para a DBO, 48% para nitrogênio,

45% para fósforo e 97% para coliformes (corresponde a tratamento por RAFA seguido de filtro biológico);

- Vazão  $Q_{7,10}$  em 2010 com polimento na ETE Onça e em Caeté, Nova Lima, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano ( $Q_{7,10}$  NLV) . As principais alterações em relação à anterior são as seguintes:

- a taxa de atendimento pela rede de esgotos de Belo Horizonte, Contagem e todas localidades indicadas de 95%;

- eficiência média de todas as ETEs, com exceção do Arrudas, Santa Luzia e Vespasiano de 95,5% para a DBO, 48% para nitrogênio, 45% para fósforo e 97% para coliformes;

- Vazão  $Q_{7,10}$  em 2010 com polimento na ETE Onça e em Caeté, Nova Lima, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano e máxima eficiência nas ETEs Arrudas e Onça, para as quais foi prevista desinfecção ( $Q_{7,10}$  Efic); principais alterações em relação à anterior:

- eficiência média da ETE Arrudas foi de 93% para a DBO, 40% para nitrogênio e fósforo e 99,99% para coliformes;

- eficiência média da ETE Onça foi de 98% para a DBO, 48% para nitrogênio, 45% para fósforo e 99,99% para coliformes;

- Vazão  $Q_{seco}$ , em 2000 ( $Q_{seco}$  2000): idem correspondente à  $Q_{7,10}$ ;

- Vazão  $Q_{seco}$  em 2004 ( $Q_{seco}$  2004) : idem correspondente à  $Q_{7,10}$ ;

- Vazão  $Q_{seco}$  em 2010 ( $Q_{seco}$  2010) : idem correspondente à  $Q_{7,10}$ ;

- Vazão  $Q_{seco}$  em 2010 ( $Q_{seco}$  POnça) : idem correspondente à  $Q_{7,10}$ ;

- Vazão  $Q_{seco}$  em 2010 ( $Q_{seco}$  NLV) : idem correspondente à  $Q_{7,10}$ ;

- Vazão  $Q_{seco}$  em 2010 ( $Q_{seco}$  Efic) : idem correspondente à  $Q_{7,10}$ ;

- Vazão  $Q_{95}$ , em 2000 ( $Q_{95}$  2000): idem correspondente à  $Q_{7,10}$ ;

- Vazão  $Q_{95}$  em 2004 ( $Q_{95}$  2004) : idem correspondente à  $Q_{7,10}$ ;

- Vazão  $Q_{95}$  em 2010 ( $Q_{95}$  2010) : idem correspondente à  $Q_{7,10}$ .

- Vazão  $Q_{95}$  em 2010 ( $Q_{95}$  2010): idem correspondente à  $Q_{7,10}$ .

Na Figura 42 são apresentados os gráficos das simulações correspondentes às vazões  $Q_{7,10}$  e  $Q_{seco}$  para os dados da COBRAPE/PROSAM ajustados, ou seja,  $Q_{7,10}$  2000,  $Q_{7,10}$  2004,  $Q_{7,10}$  2010,  $Q_{seco}$  2000,  $Q_{seco}$  2004 e  $Q_{seco}$  2010.

A situação simulada é mais crítica do que a indicada nas projeções originais da COBRAPE, fato que se deve à não entrada em operação da ETE Onça em 2004 e de esta estar sendo implantada com tratamento secundário, porém de menor eficiência (Reator anaeróbio de fluxo ascendente - RAFA). Em vista disso, em 2010 o OD alcançará um mínimo de 3,7 mg/l no km 637, permanecendo 9 km com teor inferior ao limite da Classe 3 (4 mg/l). O OD permanecerá inferior a 5 mg/l, mínimo preconizado para a Classe 2 em um percurso de 32 km a partir do ribeirão da Mata. Nesse cenário, os valores máximos de DBO, nitrogênio amoniacal, fosfato total e coliformes fecais

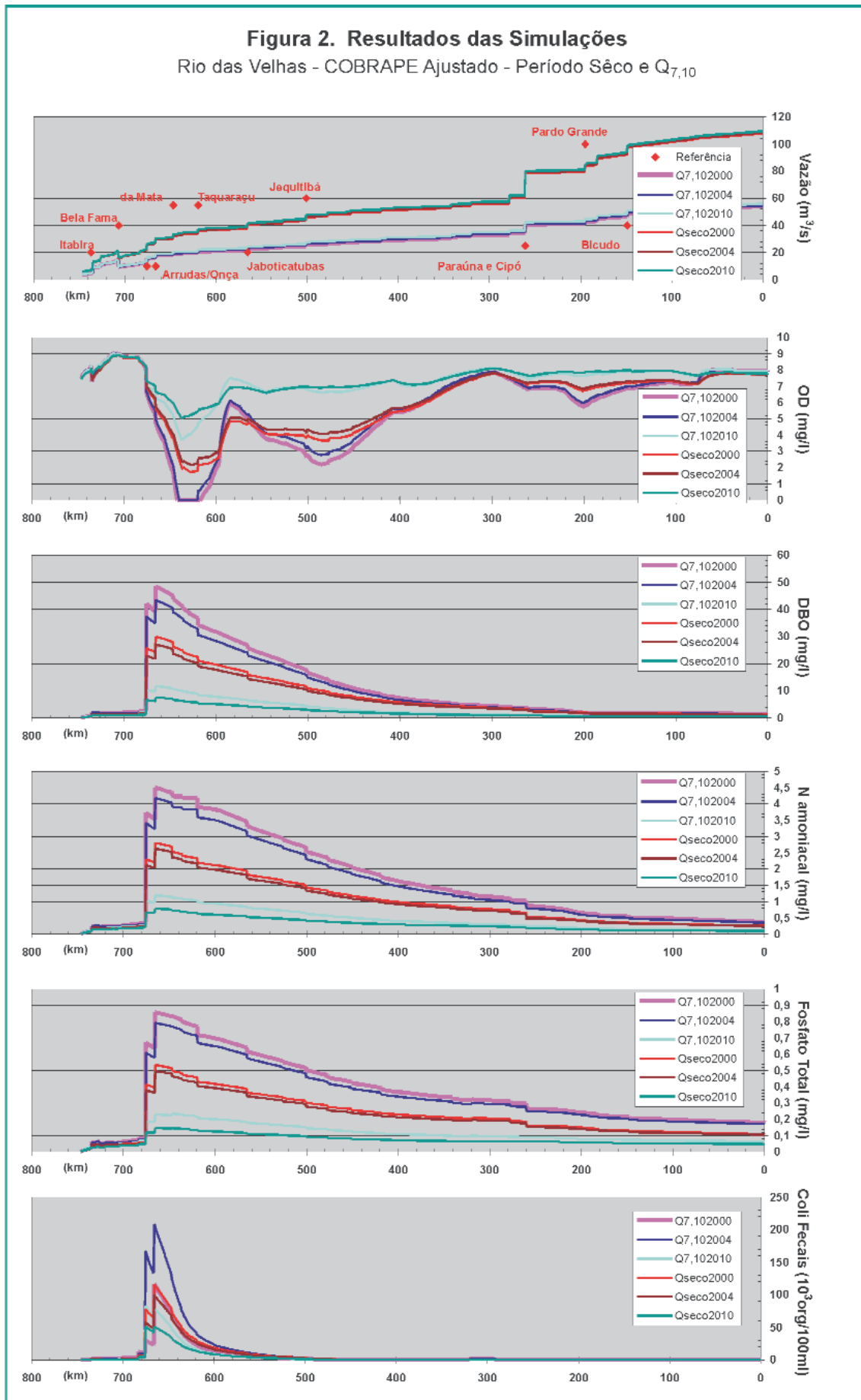


Figura 42 - Resultados das simulações relativas ao rio das Velhas (2)



serão de 11,7 mg/l, 1,2 mg/l, 0,23 mg/l e 80 x 10<sup>3</sup> NMP/100ml.

Mesmo para a vazão média do período seco,  $Q_{\text{seco}}$ , em 2000 e 2004 o OD deixa de atender à classe de enquadramento 3 com valores inferiores a 3 mg/l. Todavia, considerando as ações de controle previstas para 2010, o OD não deverá ser inferior a 5 mg/l em nenhum trecho do rio das Velhas nessa vazão.

Para avaliar o comportamento da qualidade das águas na vazão  $Q_{95}$ , comparando com os correspondentes a  $Q_{7,10}$ , foi preparada a Figura 43, onde são incluídas simulações  $Q_{7,10}$  2000,  $Q_{7,10}$  2004,  $Q_{7,10}$  2010,  $Q_{95\%}$  2000,  $Q_{95\%}$  2004 e  $Q_{95\%}$  2010. A vazão  $Q_{95}$  utilizada nessas simulações foi determinada pelo modelo de simulação hidrológica MH.XLS da COBRAPE/PROSAM.

A observação da figura demonstra não haver diferenças significativas entre essas duas vazões, razão pela qual foi decidido manter a vazão  $Q_{7,10}$  como sendo a mais crítica para as avaliações.

A partir desse ponto, foi iniciado o estudo para verificar as ações adicionais necessárias para se alcançar a Meta 2010. O primeiro desses cenários foi a aplicação de polimento na ETE Onça ( $Q_{7,10}$  POnça), elevando o índice de atendimento de Belo Horizonte e Contagem para 95%. Com o polimento, o RAFA em implantação na ETE Onça seria seguido por uma unidade suplementar como, por exemplo, um filtro biológico. Os resultados desse cenário são apresentados na Figura 44, ressaltando-se que esta inclui apenas o trecho inicial do rio das Velhas até o km 500, nas proximidades da confluência com o ribeirão Jequitibá, em escala mais apropriada para a avaliação.

Essa ação resultará numa substancial melhoria em termos do OD, cujo mínimo na  $Q_{7,10}$  será de 4,5 mg/l no km 637, logo à jusante do ribeirão da Mata, permanecendo 14 km com teor abaixo de 5,0 mg/l, que é o mínimo da Classe 2, porém atendendo a Classe 3 em todo o percurso. Nesse cenário, a DBO máxima de 6,3 mg/l ocorrerá no km 666, onde também será observado o máximo de 0,65 mg/l de nitrogênio amoniacal. Já o valor máximo de fosfato total ocorrerá no km 647, na confluência com o ribeirão da Mata, alcançando 0,141 mg/l, enquanto que as contagens de coliformes fecais terão seu pico na confluência com o ribeirão Arrudas, Km 670, onde alcançarão a marca de 38 x 10<sup>3</sup> NMP/100ml.

Já para a vazão média do período seco ( $Q_{\text{seco}}$  POnça), a condição será muito melhor, à medida que o OD será sempre superior a 5,5 mg/l.

O cenário que considera o polimento na ETE Onça e em Caeté, Nova Lima, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano ( $Q_{7,10}$  NIV), também apresentado na Figura 44, não mostrou uma melhoria significativa em termos de OD, DBO e coliformes fecais. Essa melhoria só foi mais expressiva em termos de nitrogênio amoniacal e fosfatos totais.

Finalmente, na Figura 45 é feita a comparação dos cenários  $Q_{7,10}$  2010 e  $QQ_{7,10}$  POnça com  $QQ_{7,10}$  Efic, salientando-se que, em termos de remoção da carga orgânica, este último se apresenta muito mais como um compromisso do que como um cenário. Isto porque apesar de prever o polimento na ETE Onça e em Caeté, Nova Lima, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano, sua principal característica é a previsão da máxima eficiência nas ETE Arrudas e Onça. Além disso, prevê a desinfecção dos efluentes dessas duas ETE.



Mesmo para a vazão média do período seco,  $Q_{seco}$ , em 2000 e 2004 o OD deixa de atender à classe de enquadramento 3 com valores inferiores a 3 mg/l. Todavia, considerando as ações de controle previstas para 2010, o OD não deverá ser inferior a 5 mg/l em nenhum trecho do rio das Velhas nessa vazão.

Para avaliar o comportamento da qualidade das águas na vazão  $Q_{95}$ , comparando com os correspondentes a  $Q_{7,10}$ , foi preparada a Figura 45, onde são incluídas simulações  $Q_{7,10}$  2000,  $Q_{7,10}$  2004,  $Q_{7,10}$  2010,  $Q_{95\%}$  2000,  $Q_{95\%}$  2004 e  $Q_{95\%}$  2010. A vazão  $Q_{95}$  utilizada nessas simulações foi determinada pelo modelo de simulação hidrológica MH.XLS da COBRAPE/PROSAM.

A observação da figura demonstra não haver diferenças significativas entre essas duas vazões, razão pela qual foi decidido manter a vazão  $Q_{7,10}$  como sendo a mais crítica para as avaliações.

A partir desse ponto, foi iniciado o estudo para verificar as ações adicionais necessárias para se alcançar a Meta 2010. O primeiro desses cenários foi a aplicação de polimento na ETE Onça ( $Q_{7,10}$  POnça), elevando o índice de atendimento de Belo Horizonte e Contagem para 95%. Com o polimento, o RAFA em implantação na ETE Onça seria seguido por uma unidade suplementar como, por exemplo, um filtro biológico. Os resultados desse cenário são apresentados na Figura 46, ressaltando-se que esta inclui apenas o trecho inicial do rio das Velhas até o km 500, nas proximidades da confluência com o ribeirão Jequitibá, em escala mais apropriada para a avaliação.

Essa ação resultará numa substancial melhoria em termos do OD, cujo mínimo na  $Q_{7,10}$  será de 4,5 mg/l no km 637, logo à jusante do ribeirão da Mata, permanecendo 14 km com teor abaixo de 5,0 mg/l, que é o mínimo da Classe 2, porém atendendo a Classe 3 em todo o percurso. Nesse cenário, a DBO máxima de 6,3 mg/l ocorrerá no km 666, onde também será observado o máximo de 0,65 mg/l de nitrogênio amoniacal. Já o valor máximo de fosfato total ocorrerá no km 647, na confluência com o ribeirão da Mata, alcançando 0,141 mg/l, enquanto que as contagens de coliformes fecais terão seu pico na confluência com o ribeirão Arrudas, Km 670, onde alcançarão a marca de 38 x 103 NMP/100ml.

Já para a vazão média do período seco ( $Q_{seco}$  POnça), a condição será muito melhor, à medida que o OD será sempre superior a 5,5 mg/l.

O cenário que considera o polimento na ETE Onça e em Caeté, Nova Lima, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano ( $Q_{7,10}$  NIV), também apresentado na Figura 46, não mostrou uma melhoria significativa em termos de OD, DBO e coliformes fecais. Essa melhoria só foi mais expressiva em termos de nitrogênio amoniacal e fosfatos totais.

Finalmente, na Figura 47 é feita a comparação dos cenários  $Q_{7,10}$  2010 e  $QQ_{7,10}$  POnça com  $QQ_{7,10}$  Efic, salientando-se que, em termos de remoção da carga orgânica, este último se apresenta muito mais como um compromisso do que como um cenário. Isto porque apesar de prever o polimento na ETE Onça e em Caeté, Nova Lima, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano, sua principal característica é a previsão da máxima eficiência nas ETE Arrudas e Onça. Além disso, prevê a desinfecção dos efluentes dessas duas ETE.

A previsão da máxima eficiência nessas ETE não é algo impossível de se alcançar,

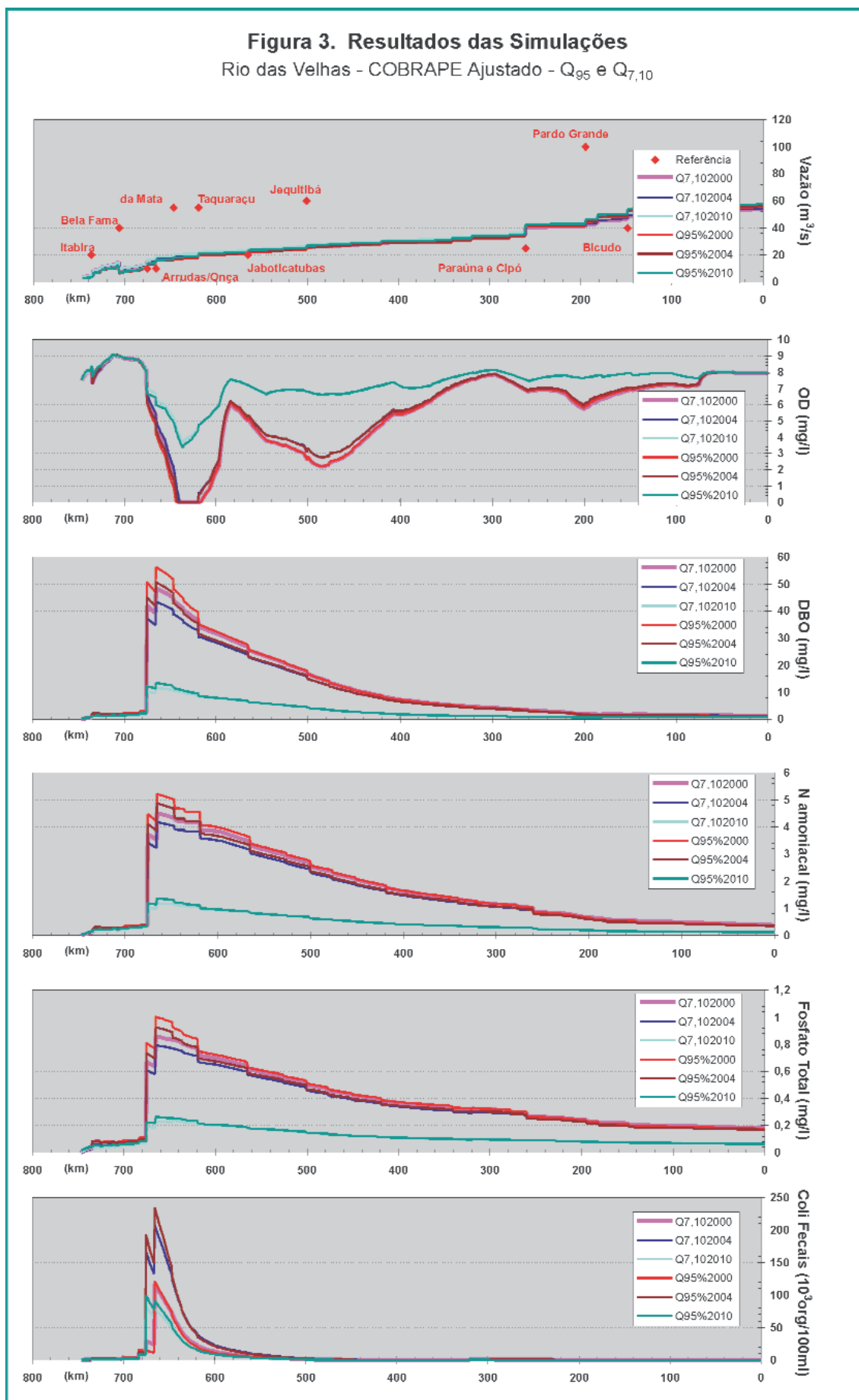


Figura 43 - Resultados das simulações relativas ao rio das Velhas (3)

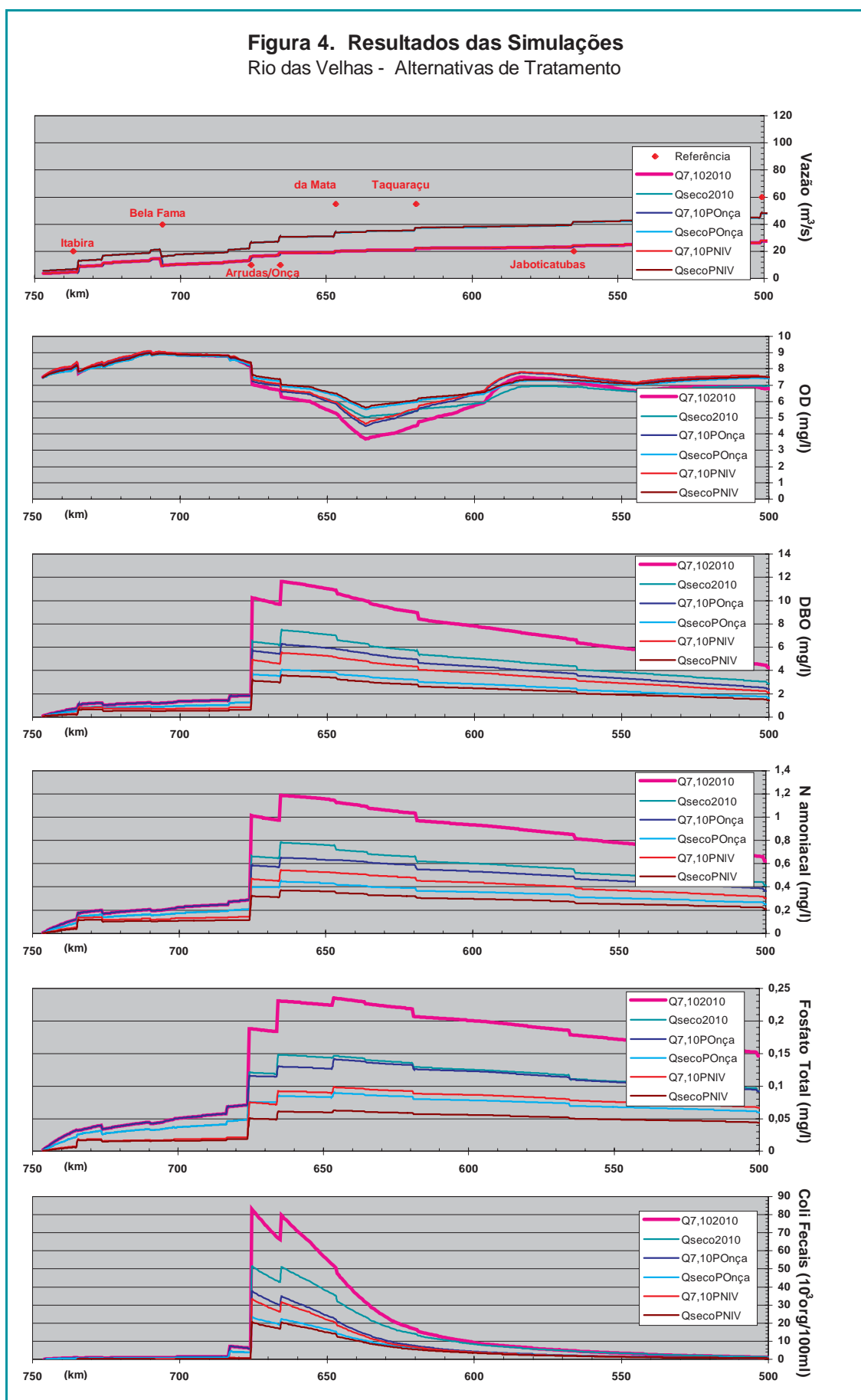


Figura 44 - Resultados das simulações relativas ao rio das Velhas (4)

**Figura 5. Resultados das Simulações**  
Rio das Velhas - Alternativas Finais

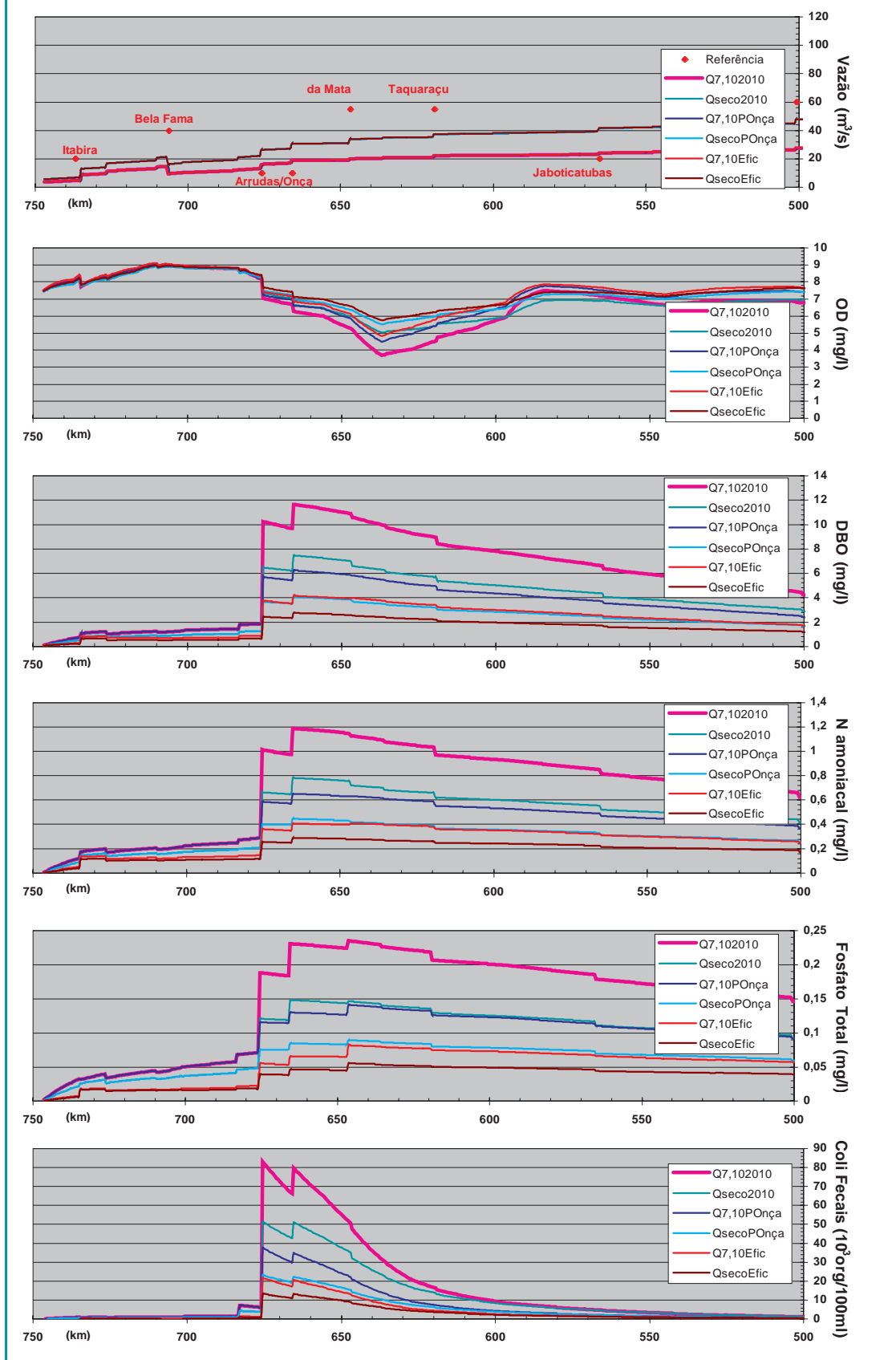


Figura 445 - Resultados das simulações relativas ao rio das Velhas (5)

tendo em vista o padrão dos projetos, a operação e a manutenção que a COPASA adota, especialmente se considerado que isso será exigido apenas nos períodos de extrema recessão das vazões do rio das Velhas, quando as vazões afluentes para as ETEs também serão mínimas, à medida que serão pouco afetadas pela infiltração dos terrenos.

Nesse cenário,  $Q_{7,10}$  Efic, na vazão  $Q_{7,10}$ , o OD somente permanecerá inferior a 5 mg/l, com um mínimo de 4,8 mg/l, por um percurso de 4 km. Os valores máximos de DBO, nitrogênio amoniacal e fosfato total serão de, respectivamente, 4,2 mg/l, 0,41 mg/l e 0,082 mg/l. Todavia, mesmo com o emprego de toda a tecnologia disponível, os coliformes fecais alcançarão um máximo de 22 x 10<sup>3</sup> org/100ml.

A respeito dos coliformes fecais, destacando-se as ressalvas já indicadas neste estudo, os resultados dessa última simulação - a mais favorável - demonstram que o limite máximo admissível para que se permita o uso da água em contato primário, isto é, 1000 org/100 ml conforme Deliberação Normativa COPAM n.º 10/86 é superado em um trecho de 136 km a partir do km 684, ou seja, da confluência com o ribeirão Sabará até o ribeirão Jaboticatubas.

Como nos demais cenários avaliados, quando considerada a vazão média do período seco tem-se uma substancial melhoria. O OD permanecerá sempre superior a 5,7 mg/l, e o trecho com restrição ao uso de contato primário decorrente de contagens excessivas de coliformes fecais é reduzido para 125 km.

Finalmente, devem ser feitas considerações sobre as dificuldades associadas à implantação dessas ações de controle. A maior delas relaciona-se ao simples encaminhamento dos esgotos para as ETE previstas, implantando os interceptores em fundos de vale, em locais passíveis de sofrerem ocupação desordenada.

A experiência recente na grande Belo Horizonte vem demonstrando a dificuldade de implantação de interceptores e emissários de esgotos em áreas que não foram objeto de tratamento de fundo de vale, havendo diversas situações em que a área de servidão sobre os mesmos foi ocupada, promovendo a destruição das tubulações.

Segundo estimativas recentes, Belo Horizonte necessitará implantar cerca de 232 km de interceptores para o direcionamento de todo o esgoto coletado para as ETE Arrudas e Onça. Desse total, cerca de 144 km representam interceptores a serem implantados em duas margens dos cursos d'água. Considerando um custo médio de R\$ 250.000,00/km para a simples implantação dos interceptores, chegar-se-ia a um preço total de aproximadamente R\$ 60 milhões. Todavia, se considerada a necessidade de tratamento de fundo de vale em toda a extensão desses interceptores, o que pode não ser necessário em sua totalidade, a preços aplicados pelo DRENURBS, o montante do investimento somaria R\$ 1,1 bilhões.

Ainda nesse contexto, as estimativas de investimento para a interceptação dos esgotos dos vales dos ribeirões Arrudas e do Onça em Contagem montam em R\$ 65,5 milhões.

Relativamente à implantação do tratamento adicional na ETE Onça (polimento), pode-se prever um investimento de aproximadamente de R\$ 25 milhões. O tratamento com polimento em Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará e Santa Luzia representará um investimento total de R\$ 40,1 milhões, enquanto que a implantação das unidades de desinfecção nas ETE ARRUDAS e ONÇA, implicará um investimento de R\$ 21,8 milhões.

Verifica-se, portanto, que as melhorias previstas nas simulações implicarão elevados investimentos e um criterioso trabalho de sensibilização e comunicação social.

Assim, como um resultado deste trabalho, foram alcançadas as seguintes conclusões:

- As simulações realizadas retrataram convenientemente a situação de qualidade das águas do rio das Velhas, que vem se mostrando muito crítica nos períodos de recessão das vazões;
- As simulações mostraram, também, que na condição de estiagem severa as ações de controle ambiental com investimentos garantidos até o momento não serão suficientes para a manutenção de suas águas nem mesmo na Classe 3, conforme DN COPAM 20/1997;
- Foi verificada a possibilidade de melhorar esse quadro com a implantação de sistemas de tratamento com elevada eficiência. Mesmo que o oxigênio dissolvido não venha atender ao limite mínimo da Classe 2 para as vazões mais restritivas, poderá ser alcançada uma condição muito próxima a esta, especialmente se nesses períodos for dada atenção especial à operação e manutenção das ETE;
- Todavia, mesmo com todo esse esforço, outros parâmetros avaliados, como o fosfato total e os coliformes fecais, não atenderão à Classe 2. Existe uma preocupação quanto aos coliformes fecais, à medida que as simulações fornecem indicações de que um extenso trecho do rio das Velhas manterá qualidade que não permitirá usos com contato primário da confluência com o ribeirão Sabará até o ribeirão Jaboticatubas. Relativamente ao fosfato, a inexistência de reservatórios na calha principal do rio das Velhas que poderiam ser eutrofizados com as concentrações previstas faz com que esse parâmetro não seja considerado como um problema de maior gravidade.

Deve ser ressaltado que as simulações foram realizadas empregando o modelo definido no "Estudo de Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas", realizado pela COBRAPE/PROSAM, não sendo feitas quaisquer alterações nos coeficientes e parâmetros indicados como calibrados pelos autores.

Por se tratar de um modelo misto, matemático para o rio das Velhas e empírico para os tributários, pode não indicar, com a precisão necessária, as alterações na qualidade das águas dos tributários decorrentes dos fatores de pressão e de suas estruturas de controle de poluição.

Nesse sentido, tendo em vista os elevados investimentos associados às ações previstas, mostra-se conveniente a definição de um novo modelo que considere, em elevado nível de detalhe, todo esse trecho crítico do rio das Velhas, incluindo seus tributários. Esse trabalho deverá contemplar levantamentos detalhados da situação de esgotamento sanitário de todos os municípios e distritos situados na bacia e um minucioso estudo hidrológico, que permita a adequada calibração e validação do modelo.

Recomenda-se que, na próxima atualização deste Plano, seja feita uma avaliação de custo x benefício sobre a conveniência da implantação das unidades de desinfecção das ETE Arrudas e Onça. Mesmo que o presente estudo tenha demonstrado a necessidade da implantação de tratamento avançado, com polimento, na ETE Onça e em Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará e Santa Luzia, isso também deverá ser confirmado nos novos estudos, bem como a necessidade da adoção desses sistemas especiais de tratamento em outras localidades da Grande Belo Horizonte, de modo a ser mantido um grau de qualidade aceitável nos tributários do rio das Velhas dessa região.

De toda sorte, ficou comprovada a factibilidade da recuperação do trecho crítico do rio das Velhas, alcançando índices aceitáveis de oxigênio dissolvido, o que propiciará a vida superior com o conseqüente retorno das comunidades aquáticas.



Trata-se, todavia, de uma tarefa que exigirá o comprometimento e a conjunção de esforços de toda a comunidade e entidades de governo, com a alocação de recursos de elevada monta. As Prefeituras deverão participar ativamente com as concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário para priorizar o tratamento de fundos de vale, de modo que os interceptores e emissários de esgotos possam ser adequadamente implantados, permitindo o direcionamento desses esgotos para as ETE em operação ou em fase final de instalação. Nesse sentido, também serão de elevada importância as ações de educação ambiental e comunicação social, onde a atuação do CBH Velhas será de elevada relevância.

Finalmente, é ressaltada a necessidade de se definir um dispositivo legal específico para essa região da bacia do rio das Velhas, restringindo, nos processos de licenciamento ambiental, a eficiência mínima da remoção da DBO preconizada na Deliberação Normativa COPAM n.º 10/86, para não menos que 92%. Nos estudos indicados anteriormente também deverão ser definidos novos limites ou eficiências mínimas para a remoção de nitrogênio, fosfatos e coliformes dos efluentes das atividades econômicas em implantação, bem como na revalidação das licenças ambientais dos empreendimentos em operação.

## **19. PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS**

O objetivo desta seção é o de apresentar um modelo para o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos - SEIRH, com base no Sistema em desenvolvimento pela Agência Nacional das Águas - ANA. Esta proposta faz parte do esforço do IGAM em iniciar a construção do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, fornecendo as bases conceituais e as linhas mestras a serem aplicadas de forma preliminar para a bacia do rio das Velhas e estendidas, posteriormente, aos demais Comitês e Agências de Bacias.

O modelo proposto de Sistema terá como funções principais:

1. Gerenciar os dados e informações sobre recursos hídricos;
2. Realizar simulações hidrológicas, financeiras e de qualidade;
3. Reunir os dados do monitoramento da qualidade das águas;
4. Permitir a implementação de outras funções necessárias aos gestores locais;
5. Apoiar a tomada de decisões do CBH Velhas.

O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos é um dos instrumentos de gestão previstos na Lei nº 13.199/99, definido no artigo 12 deste ato normativo como "sistema de coleta, tratamento, armazenamento, recuperação e divulgação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão, compatível com o Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos".

É competência do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, conforme a citada Lei (art.42, II), gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos e compete à Agência de Bacia, por sua vez, gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação.

Conforme o Decreto Estadual n.º 41.578/01, é competência do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH estabelecer, mediante Deliberação Normativa, os critérios e normas gerais relativos ao Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. Como estabelecido pelo artigo 13 da Lei nº 13.199/99, o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos tem como objetivos:

1. Reunir, dar consistência e divulgar dados e informações sobre as situações qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos do Estado, bem como informações socioeconômicas relevantes para o gerenciamento;
2. Atualizar, permanentemente, as informações sobre a disponibilidade e a demanda de recursos hídricos e sobre ecossistemas aquáticos, em todo o território do Estado;
3. Fornecer subsídios para a elaboração do Plano Estadual e dos Planos Diretores de Recursos hídricos de bacias hidrográficas;
4. Apoiar ações e atividades de gerenciamento de recursos hídricos no Estado.

Trata-se, portanto, de ferramenta essencial de apoio à decisão para os participantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, base para os demais instrumentos de gestão previstos na Política Estadual de Recursos Hídricos (enquadramento, outorga, cobrança e planos de recursos hídricos) e também para a fiscalização.

O Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos tem, portanto, como funções

principais:

1. O cadastramento dos usuários de água;
2. O apoio à decisão de outorga, em função das condições naturais dos recursos hídricos e das diretrizes acordadas nos Comitês de Bacia;
3. A simulação da cobrança, de forma a subsidiar as recomendações dos Comitês de Bacia, as ações dos órgãos gestores e o registro das variáveis determinantes da cobrança e dos valores arrecadados;
4. Disponibilizar informações físicas e socioeconômicas sobre as bacias, de forma a subsidiar a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos e dos planos e programas de investimento deles resultantes, permitindo seu acompanhamento;
5. Divulgar as informações coletadas, de modo a suprir, na forma mais simples possível, as necessidades dos demais atores envolvidos no processo de gestão;
6. Facilitar a integração das ações relacionadas à gestão de recursos hídricos nos três níveis de governo (federal, estadual e municipal);
7. Possibilitar o acompanhamento, inclusive econômico-financeiro, de todas as atividades de gestão de recursos hídricos;
8. Disponibilizar informações que possibilitem o monitoramento, a fiscalização e a proteção dos recursos hídricos.

O SEIRH deve ser dinâmico, modelado para suportar o processo de gestão com todas as suas necessidades, não sendo, portanto, um mero repositório de informações. Além disso, ele deve ser interoperativo, prevendo a comunicação e a interação com os sistemas dos Estados com bacias compartilhadas com Minas Gerais e com o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos, cada qual com seu sistema de gestão de recursos hídricos particular. A necessidade de comunicação entre os sistemas, para que os instrumentos de gestão sejam coerentes e integrados por bacia, exige que o desenvolvimento tecnológico enfatize o estabelecimento de padrões de operações e de comunicação de dados (formato dos dados e protocolo).

Outro aspecto importante do sistema é que ele deve ser fortemente orientado à **topologia hídrica**, já que em todas as suas aplicações (apoio aos instrumentos de gestão ou fornecimento geral de informação) envolvendo quaisquer das informações armazenadas, haverá a necessidade de respostas imediatas a respeito de características a montante ou a jusante de um ponto determinado de um rio. Este conceito de **hidro-referenciamento** vem sendo desenvolvido na ANA, e um protótipo de sistema com esta funcionalidade deverá subsidiar, neste aspecto, o desenvolvimento dos sistemas estaduais.

Os instrumentos de gestão integrada por bacia, previstos na Lei Federal n.º 9433, de 8 de janeiro de 1997, envolvendo diferentes órgãos gestores, estão em fase inicial de implementação. Portanto, o desenvolvimento do sistema demanda uma forte interação entre os gestores estaduais e a União, para discutir e definir as formas de ação integrada e para o estabelecimento de uma modelagem de dados comum a todos os atores e de protocolos para a troca de dados.

Os dados físicos e socioeconômicos disponíveis no sistema deverão, em sua maior parte, ser provenientes de provedores desse tipo de informação para todo o país, de forma a proporcionar a representação de todas as bacias compartilhadas. Será necessário o estabelecimento de acordos de uso da informação, prevendo sua atualização dinâmica na periodicidade adequada.

As informações mais diretamente referentes à gestão dos recursos hídricos, tais como dados de usuários de água ou parâmetros de gestão referentes a protocolos estabelecidos para as bacias, serão geradas no próprio IGAM ou recebidas dos demais órgãos gestores e das agências de bacia, provenientes de seus sistemas e armazenados em um sistema central, que funcionará como um sistema referencial.

As informações referentes à quantidade e qualidade de água integram uma rede, com inúmeros fornecedores e usuários da informação, cuja base referencial em nível nacional estará centralizada na Agência Nacional de Águas, permitindo que sejam agrupadas as informações das mais diversas fontes. O sistema funcionará, nesses casos, ora como uma fonte de informações nele geradas, a serem integradas na base nacional, ora como um usuário replicador de informações geradas em outras fontes e nela disponíveis.

Alguns tipos de informações relacionadas à gestão dos recursos hídricos, tais como equações de regionalização de vazões naturais, características hidráulicas de trechos, parâmetros físicos de trechos para a modelagem de qualidade de água, características de bacias para a modelagem chuva-vazão, dentre outras, demandarão estudos especiais para sua determinação, após o que deverão ser incorporados de modo centralizado no sistema.

As funcionalidades desejadas para o sistema devem estar baseadas em dados tabulares geridos por um Sistema Gerenciador de Bases de Dados Relacionais (SGBD), de modo a tornar ágil o fornecimento da informação topológica e espacial, evitando-se o uso de sistemas baseados em análise espacial "on-line". Essa característica, além de proporcionar maior velocidade de resposta, beneficia-se da existência de padrões universalmente aceitos para a tecnologia de bases de dados relacionais (SQL) e da disponibilidade de uma comunidade de técnicos capazes de desenvolver e manter sistemas dessa natureza, o que permitirá a criação de sistemas mais robustos no que toca à facilidade de manutenção e de menor custo. Em apoio à resposta, obtida por meio de consultas convencionais em base de dados relacional, o sistema deverá ser capaz de exibir mapas e gráficos associados.

O projeto para o SEIRH especificado nesta proposta abrange o desenvolvimento de quatro módulos, a saber:

1. Monitoramento hidrométrico;
2. Bases cartográficas e ambientais;
3. Dados de usuário e sistemas para regulação dos usos;
4. Informações documentais e de planos e ações de gestão de recursos hídricos.

Operando sobre esta base, deverá ser desenvolvida uma biblioteca de aplicativos para subsídio a estudos e projetos.

O desenvolvimento de cada um desses módulos e do sistema como um todo passa por três etapas relacionadas entre si. A primeira etapa é representada pela geração e complementação das bases referenciais, ou seja, a alimentação da base de dados. Em segundo lugar, há todo um trabalho de modelagem de dados, visando à estruturação da base de dados. Finalmente, a terceira etapa é representada pelo desenvolvimento de sistemas de grande porte apoiados na base de dados, levando ao desenvolvimento e à implementação do SEIRH.

O desenvolvimento do sistema deverá atender às seguintes especificações:

1. O sistema deverá conter, no mínimo, os seguintes planos de informação:

- Dados cadastrais de usuários de água, consistindo na descrição do empreendimento, de forma a permitir uma caracterização de sua demanda típica de água, descrição das fontes e usos de água, com plena caracterização dos pontos de interferência e dos volumes e concentrações de poluentes envolvidos;
- Dados físicos espaciais da bacia, como mapas de uso do solo e cobertura vegetal, solos, geologia, altimetria, chuva acumulada de longo período e outros, com informação tabular associada;
- Dados de divisão administrativa espacial, obtidos nas formas de mapas de setores censitários, distritos, municípios e estados;
- Dados sobre unidades de conservação, obtidos na forma dos mapas correspondentes e de suas características em forma tabular;
- Dados socioeconômicos, em forma tabular, vinculados aos mapas de divisão administrativa;
- Dados tabulares de chuva, vazões, níveis de reservatórios e qualidade de água, com caracterização dos correspondentes pontos de medição;
- Dados de características naturais associadas a trechos e pontos nas bacias, como os perfis longitudinais de rios ou determinados a partir de estudos específicos, como os dados para o cálculo de vazões naturais por regionalização (regiões associadas a trechos da bacia e parâmetros de equações de regressão associados às regiões);
- Dados referentes aos planos e programas nas bacias, associados ou não a pontos, trechos ou áreas, com informações referentes a executores, fontes de financiamento, execução física e financeira e outros.

2. A **hidrografia referencial** deverá ser a do mapeamento nacional sistemático, na melhor escala disponível. A adequação entre a representação da hidrografia nestas escalas e a representação referencial do sistema na base da ANA na escala do milionésimo dar-se-á pela concentração dos efeitos das bacias de rios não representados na forma de cargas pontuais. Os rios deverão ser codificados conforme o critério de divisão de bacias formulado por Otto Pfafstetter (**Classificação de Bacias Hidrográficas** - Metodologia de Codificação. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989. p. 19) e adotado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, por meio da Resolução n.º 30, de 11 de dezembro de 2002.

3. A representação das bacias no sistema deverá dar-se por meio de tabelas em base de dados, contendo a representação da hidrografia na forma de rios, trechos de rios e suas topologias. Deverá haver também mapas das microbacias correspondentes aos trechos, em escala apropriada para o armazenamento das informações específicas necessárias.

4. A informação espacial referente a mapas temáticos, mapas cadastrais e superfícies de valores será representada no sistema a partir de tabelas vinculadas aos trechos da hidrografia. Serão igualmente representadas por tabelas no sistema as informações lineares referentes aos rios, tais como o perfil longitudinal, onde disponível e a informação referente a pontos nos rios (pontos de medição, de captação e de lançamento), referenciada ao rio e ao ponto no rio, ao longo de sua linha central representada na escala do milionésimo.

5. O sistema deverá ter a capacidade de determinar características espaciais a montante de qualquer trecho e características lineares e pontuais, agregadas ou não, a montante

ou a jusante de qualquer trecho, por simples consulta à base de dados (hidro-referenciamento). O sistema deverá permitir também, que os dados assim calculados sejam exportados para programas externos de simulação e que os resultados dos mesmos sejam absorvidos pelo sistema na mesma ótica de trechos e pontos de rios. Além de possibilitar os cálculos topológicos e de características espaciais, lineares e pontuais vinculadas à topologia hídrica, o sistema deverá permitir a apresentação dos mapas com a representação gráfica das características espaciais, lineares e pontuais, originais ou calculadas pelas técnicas de agregação por topologia, com possibilidade de seleção de áreas de bacias ou referentes à divisão política.

6. O intercâmbio de dados com o SNIRH, com os SEIRH dos Estados vizinhos ou com outro aplicativo fornecedor ou usuário de informação deverá ser realizado mediante XML, com a definição dos esquemas referentes a cada tipo de dado previamente acertado entre os participantes na troca de informação. Os intercâmbios de dados, sempre que possível, deverão ser automatizados usando a World Wide Web, por meio de serviços de rede (Web Services).

7. O fornecimento público das informações e todas as interfaces homem-máquina dos módulos que compõem o sistema deverão ser feitos via World Wide Web, com acesso direto às bases de dados e às bases de mapeamento que o integram.

8. A tecnologia a ser empregada para o sistema operacional, para os servidores de rede, para a programação de redes e para o gerenciador de base de dados deverá ser objeto de discussão e aprovação pelo IGAM. O sistema deverá ser desenvolvido de acordo com padrões de análise, codificação e documentação estabelecidos pelo IGAM. Aos usuários institucionais de informações será fornecido treinamento para uso do sistema, com padrões especificados pelo IGAM.

O desenvolvimento do SEIRH deverá ser pautado pelos debates a serem realizados entre os órgãos de gestão de recursos hídricos, visando ao desenvolvimento de padrões para as representações de base hidrográfica com topologia explícita, modelos mínimos de usuários de recursos hídricos e procedimentos para a regulação dos usos e padrões para a representação de dados de monitoramento quali-quantitativo. A este esforço, sob a coordenação da Agência Nacional de Águas, deverá agregar-se a comunidade acadêmica, por meio de um projeto em gestação no âmbito do CTHIDRO (Fundo Setorial do Ministério de Ciência e Tecnologia).

O esforço previsto no projeto do CTHIDRO prevê tanto a modelagem, que envolverá uma forte interação com os órgãos gestores estaduais, como a incorporação de dados à base central da ANA e o desenvolvimento de modelos operacionais sobre a base assim constituída. O trabalho a ser desenvolvido a partir do CTHIDRO está sumarizado na tabela 6.3, o qual apresenta o conjunto de ações a serem realizadas para o desenvolvimento e implementação do SNIRH, organizados segundo os quatro módulos e as três etapas descritas acima, permitindo assim visualizar o relacionamento entre elas.

A modelagem, prevista na coluna A, (etapas 1.A, 2.A, 3.A e 4.A) será fruto do processo de discussões, em que o IGAM participará tanto na qualidade de órgão gestor de recursos hídricos estaduais de Minas Gerais, como na qualidade de participante do sistema nacional de monitoramento quantitativo e qualitativo das águas. O desenvolvimento de uma biblioteca de aplicativos, também incluída nessa coluna, refere-se na verdade ao desenvolvimento de rotinas de simulação a partir da base, as quais serão disponibilizadas à comunidade de recursos hídricos em geral.

A etapa de geração e complementação das bases de dados referenciais, no que diz



respeito à caracterização de recursos hídricos (monitoramento - etapa 1.A), é uma ação centralizada na ANA, auxiliada pelos demais participantes do sistema nacional de monitoramento. A geração da base topológica (etapa 2.B) para o Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos será feita a partir de bases cartográficas mais detalhadas, em cooperação com os Estados vizinhos. Para o desenvolvimento desse produto, a ANA disponibilizará toda sua experiência, na forma de programas e rotinas de trabalho, que possibilitou o desenvolvimento em curto prazo da rede referencial na escala do milionésimo. Na incorporação de dados de usos já existentes (etapa 3.B), a ANA discutirá com os órgãos gestores regras de negócio para a conversão de cadastros já realizados, comuns a mais de um órgão gestor, no padrão nacional acordado de representação de usuário.

O desenvolvimento e implementação de sistemas, no que toca à caracterização dos recursos hídricos (monitoramento - etapa 1.C), será feito incorporando as sugestões da comunidade de monitoramento, e os produtos gerados serão disponibilizados à mesma. Os sistemas de disponibilização de informações (etapa 2.C) serão desenvolvidos pela ANA, operando sobre sua base referencial, mas estarão igualmente disponíveis para a comunidade de gestão de recursos hídricos, o mesmo se dando com os sistemas referentes a informações documentais e de planos e ações de gestão de RH (etapa 4.C). Os sistemas para a regulação dos usos (etapa 3.C) serão desenvolvidos incorporando-se as regras de negócio acordadas entre os órgãos gestores, e serão um instrumento operacional da ANA como órgão gestor de recursos hídricos de domínio federal. Como os outros, este poderá ser disponibilizado, em parte ou como um todo, para os órgãos gestores interessados.

Tabela 54: CTHIDRO - Inter-relação entre os trabalhos e produtos solicitados à rede de instituições de pesquisa (colunas A e B) e ao consórcio, para desenvolver o sistema de grande porte (coluna C). Deverá haver articulação entre a rede e o consórcio no tocante aos aspectos de modelagem (coluna A).

<u>Etapas</u>	<u>Itens</u>	A. <u>Modelagem</u>	B. <u>Geração/Complementação das Bases Referenciais</u>	C. <u>Desenvolvimento e Implementação</u>
1. <u>Caracterização dos sistemas hídricos</u>		1.A.1. <u>Definição de um modelo de dados para informações do tipo data-hora/valor;</u>	1.B.1. <u>Incorporação de dados pluviométricos (pluviogramas);</u>	1.C.1. <u>Aplicativo para recuperação de variáveis hidrológicas</u>
			1.B.2. <u>Incorporação de dados linimétricos (linigramas);</u>	
			1.B.3. <u>Incorporação de dados telemétricos com conversão e adequação do sistema atual.</u>	1.C.2. <u>Implementação de rotinas que permitam a atualização regular dos Estudos de Chuvas Intensas.</u>
			1.B.4. <u>Incorporação de dados de qualidade de água;</u>	
		1.A.2. <u>Definição de um modelo de dados para informações do tipo lat-long/data-hora/valor;</u>	1.B.5. <u>Incorporação de dados coletados em pontos variáveis;</u>	1.C.3. <u>Aplicativo para espacialização dos valores e geração de gráficos, relatórios e mapas;</u>
1.A.3. <u>Definição de um ou mais modelos de regionalização por bacia;</u>	1.B.6. <u>Revisão da regionalização das bacias que têm estudos já realizados;</u>			
1.A.4. <u>Análise e estruturação de um modelo para utilização dos dados regionalizados nos sistemas finalísticos;</u>	1.B.7. <u>Complementação do trabalho de regionalização para todo o país;</u>			
1.A.5. <u>Análise do modelo atualmente utilizado e implementação de novos modelos para consistência dos dados;</u>	1.B.8. <u>Consistir os dados pluviométricos, fluviométricos e de qualidade de água, incluindo a revisão das curvas de descarga, de 1999 até 2004;</u>	1.C.4. <u>Aplicativos de análise de consistência de dados pluviométricos, linimétricos, telemétricos e de qualidade da água;</u>		
2. <u>Bases Cartográficas e Ambientais</u>		2.A.1. <u>Definição de um modelo de dados para a Rede Hidrográfica Nacional em Base de Dados;</u>	2.B.1. <u>Regularização da base topológica da hidrografia nacional na escala do milionésimo;</u>	

<u>Etapas</u>		<u>B. Geração/Complementação das Bases Referenciais</u>	<u>C. Desenvolvimento e Implementação</u>
<u>Itens</u>	<u>A. Modelagem</u>		
2 <u>Bases Cartográficas e Ambientais</u>	<u>2.A.2 Definição de um modelo para o referenciamento entre bases de dados de redes hidrográficas em diferentes escalas;</u>	<u>2.B.2. Geração da rede hidrográfica compatível com a escala do milionésimo em formato vetorial para as áreas fora do Brasil compreendidas pelas bacias transfronteiriças;</u>	
	<u>2.A.3. Definição de um modelo XML para o intercâmbio de informações referentes à rede hidrográfica e dados espaciais associados em Base de Dados;</u>	<u>2.B.3. Edição vetorial e uniformização das classes das cartas temáticas do Radambrasil de pedologia e geomorfologia;</u>	
	<u>2.A.4. Desenvolvimento de metodologia e especificações para a geração e atualização periódica de cartas digitais de uso e cobertura da terra, compatíveis com as finalidades da gestão de recursos hídricos, na escala 1:250000;</u>	<u>2.B.4. Levantamento, homogeneização, consistência e incorporação na base topológica de dados ambientais na escala do milionésimo;</u>	
		<u>2.B.5. Desenvolvimento da base topológica da hidrografia nacional na escala de 1:250.000;</u>	
		<u>2.B.6. Incorporação de dados à base topológica na escala 1:250.000;</u>	
		<u>2.B.7. Desenvolvimento e incorporação na base topológica de um modelo digital de elevação na escala de 1:250000;</u>	
	3. <u>Dados de Usuário e Sistemas para a Regulação dos Usos</u>	<u>3.A.1. Modelagem, em conjunto com os gestores estaduais/distritais, do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH);</u>	<u>3.B.1. Adaptação de cadastramentos já realizados aos bancos de dados modelados;</u>

<u>Etapas</u>	A. <u>Modelagem</u>	B. <u>Geração/Complementação das Bases Referenciais</u>	C. <u>Desenvolvimento e Implementação</u>
<u>Itens</u>			
3 <u>Dados de Usuário e Sistemas para a Regulação dos Usos</u>	3.A.2. <u>Modelagem, em conjunto com os gestores estaduais/distritais, do Sistema Digital de Cobrança (DigiCob);</u>		3.C.2. <u>Desenvolvimento do Sistema Digital de Cobrança, prevendo a interação e troca de dados entre os gestores estaduais/distritais e a ANA;</u>
	3.A.3. <u>Modelagem, em conjunto com os gestores estaduais/distritais, do Sistema Digital de Outorga (DigiTor);</u>	3.B.2. <u>Incorporação dos dados de cadastramentos anteriores aos bancos de dados modelados;</u>	3.C.3. <u>Desenvolvimento do Sistema Digital de Outorga, prevendo a interação e troca de dados entre os gestores estaduais/distritais e a ANA;</u>
	3.A.4. <u>Modelagem, em conjunto com os gestores estaduais/distritais, do Sistema Digital de Fiscalização (SISFIS);</u>		3.C.4. <u>Desenvolvimento do Sistema Digital de Fiscalização, prevendo a interação e troca de dados entre os gestores estaduais/distritais e a ANA;</u>
4 <u>Informações Documentais e de Planos e Ações de Gestão de Recursos Hídricos</u>	4.A.1. <u>Definição de um modelo de ficha cadastral de documentos para a gestão de recursos hídricos;</u>		4.C.1. <u>Desenvolvimento de um sistema para a catalogação de documentos no padrão estabelecido de ficha cadastral;</u>
	4.A.2. <u>Definição de um modelo de dados para o registro de Planos e Ações de Recursos Hídricos;</u>		4.C.2. <u>Desenvolvimento de um sistema para a pesquisa e recuperação de documentos;</u> 4.C.3. <u>Desenvolvimento de um sistema para a entrada e edição de dados de planos e ações de gestão de recursos hídricos;</u> 4.C.4. <u>Desenvolvimento de um sistema de pesquisa e acompanhamento de planos e ações de gestão de recursos hídricos;</u>

<u>Etapas</u>		<u>B. Geração/Complementação das Bases Referenciais</u>	<u>C. Desenvolvimento e Implementação</u>
<u>Itens</u>	<u>A. Modelagem</u>		
4. <u>Informações Documentais e de Planos e Ações de Gestão de Recursos Hídricos</u>			<u>4.C.5. Desenvolvimento de um sistema para a troca de informações de planos e ações de gestão de recursos hídricos entre integrantes do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos;</u>
5. <u>Biblioteca de aplicativos para estudos e projetos</u>	<u>5.A.1. Modelos de simulação do ciclo hidrológico para diferentes biomas, natureza e quantidade de dados</u>  <u>5.A.2. Modelos de qualidade de água</u>  <u>5.A.3. Modelos de previsão de eventos hidrológicos extremos</u>  <u>5.A.4. Sistemas de suporte à decisão</u>		

## 20. PROPOSTA PARA CADASTRAMENTO DE USUÁRIOS

O gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia, bem como o planejamento de intervenções 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 condições estáveis.

A disponibilidade hídrica 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 da bacia. Seguindo esta premissa, procedeu-se ao agrupamento dos cadastros de usuários já realizados na bacia do rio São Francisco no "Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias de Afluentes do Rio São Francisco em Minas Gerais" (Documento: Estudo e Inventário dos Recursos Hídricos - Volume 1 - Diagnóstico - TOMO VI g - Cadastro de Usuários de Água). No entanto, para efeito de planejamento de recursos hídricos, esse cadastro deve ser ampliado.

O cadastro tomou por referência os bancos de dados de várias instituições (RURALMINAS, IGAM, FEAM, Secretaria da Fazenda, IBRAM e PROSAM). Sabe-se, no entanto, que tais bancos não abrangem a totalidade de usuários pertencentes à bacia. No caso do IGAM, por exemplo, o cadastro levou em consideração apenas os usuários outorgados. Não foram considerados os usuários que tiveram seus pedidos de outorga indeferidos ou aqueles cujos pedidos encontram-se em análise.

O cadastramento de usuários de água deve abranger todos os usos, independentemente de as atividades dos usuários se encontrarem em conformidade com a legislação vigente. Do banco de dados do IGAM constam somente os usuários que se apresentaram ao Poder Público de forma a regularizar o uso de água.

O cadastramento realizado no "Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias de Afluentes do Rio São Francisco em Minas Gerais" deve servir de guia para o planejamento de ações, indicando as áreas com maior densidade de usuários e os usos predominantes por região.

Uma forma de cadastro que se mostrou 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 e Verde Grande, dentre outras, com grande sucesso. Portanto, no que se refere à proposta de cadastramento para a bacia do rio das Velhas o Plano recomenda que a adoção das 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 e obrigatório, ou seja, deve ocorrer por meio de convocação e autocadastramento, a exemplo do procedimento utilizado para a cobrança do imposto de renda. Ressalta-se que este processo deve ser coordenado pelo órgão gestor, de-



vido principalmente às suas competências.

O autocadastramento 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 de seu uso. Além disso, deve ser disponibilizado um sistema informatizado de informações 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.

## **20.1 Estrutura de Cadastramento**

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 declare as informações que propiciem a caracterização de seu uso e permitam, ao órgão gestor, o planejamento de intervenções e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Ressalte-se que o requerente/usuário deve ser informado de que é responsável pela exatidão das informações prestadas, porquanto o cadastramento, que também se apresentará como requerimento de outorga, consistirá em ato declaratório.

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:

1. Informações cadastrais do usuário (empresa pública, serviço autônomo, empresa, nome, endereço, CPF ou CNPJ etc.);
2. 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;
3. Dados relativos à atividade industrial (tipologia, número de empregados, produção industrial atual e futura etc.) para os setores industrial e de mineração;
4. 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.);
5. Localização do(s) ponto(s) de intervenção (captação ou lançamento), tipo e nome do corpo hídrico;
6. Vazões de captação atuais e vazões de captação estimadas para o fim de plano do empreendimento;
7. Vazões efluentes atuais lançadas nos corpos hídricos;
8. Vazões efluentes tratadas;
9. Tipo e eficiência do sistema de tratamento; e
10. Cargas poluentes lançadas atualmente.

## **21. PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA FISCALIZAÇÃO INTEGRADA E MONITORAMENTO DOS USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS**

A ação fiscalizadora, que tem por objetivo garantir os usos múltiplos e as necessidades dos usos da água, é uma prerrogativa do Poder Público. Conforme a legislação pertinente à matéria de recursos hídricos, especialmente o Decreto Estadual n.º 41.578/01 e a Lei Estadual n.º 12.584/97, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM é a entidade que tem a competência para exercer a fiscalização e o controle da utilização dos recursos hídricos no Estado.

Os temas fiscalização e monitoramento estão sendo abordados neste Plano com a finalidade de apresentar uma proposta de diretrizes para a fiscalização integrada e o monitoramento dos usos dos recursos hídricos de forma elucidativa, educativa e preventiva, com base na Política Estadual de Recursos Hídricos.

As ações de fiscalização caracterizam-se pelo acompanhamento e controle da utilização dos recursos hídricos, pela apuração de infrações, aplicação de penalidades e determinação de retificação de atividade, obra ou serviço executado de forma irregular por usuários da água.

De acordo com o conteúdo das normas legais e dos procedimentos administrativos adotados pelo IGAM, os instrumentos de fiscalização consubstanciam-se em advertência, aplicação de multas e embargos provisório e definitivo.

Nos últimos anos, com o volume sempre crescente da demanda para regularização dos usos de recursos hídricos na bacia do rio das Velhas, o aumento das ações do Ministério Público e as denúncias de usos e atividades irregulares junto ao IGAM, a fiscalização tornou-se atividade imprescindível, e o órgão gestor não se encontra totalmente preparado, no que se refere principalmente à sua capacidade institucional, para executar tal ação. Apesar de todos os esforços empreendidos pelo IGAM, a infra-estrutura, os recursos orçamentários e principalmente o pessoal alocado para as ações de fiscalização ainda estão incompatíveis com a demanda da bacia.

Conforme o Decreto n.º 41.578/01, o IGAM pode firmar contrato de gestão com a Agência de Bacia ou similares, com o objetivo de descentralizar, fiscalizar e controlar as atividades relacionadas à gestão dos recursos hídricos.

A tabela 55 mostra levantamento sobre os principais atos normativos concernentes à fiscalização de atividades relacionadas aos recursos hídricos. Tal tabela mostra que o IGAM possui excelente base legal para efetuar as ações de fiscalização.

Pode-se afirmar que a fiscalização no IGAM é realizada, atualmente, apenas quando o ente é provocado para atendimento às demandas do Ministério Público, Poder Judiciário e denúncias de particulares, e segue os seguintes procedimentos:

1. Vistoria;
2. Auto de Fiscalização (em que é constatada a realização de vistoria);
3. Auto de Infração (se constatada a irregularidade);
4. Prazo de 20 dias para recurso;
5. Abertura de processo administrativo;
6. Pareceres Técnico e Jurídico;

7. Julgamento pelo Diretor Geral do IGAM e aplicação das penalidades;
8. Recurso junto ao CERH-MG;
9. Há necessidade de se intensificar as ações de fiscalização na bacia por meio da adoção das seguintes estratégias:
  - Estabelecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH como área prioritária para controle das outorgas concedidas e usos irregulares;
  - Realização de fiscalização por amostragem nas demais áreas da bacia para controle dos usos de recursos hídricos, conforme demanda de pedidos de outorga protocolizados junto ao IGAM;
  - Atuação conjunta com a FEAM e IEF para monitoramento e controle dos usos dos recursos hídricos;
  - Compartilhamento de informações visando a um melhor conhecimento das diversas atividades e empreendimentos existentes na bacia (IBAMA, EMATER, DNPM e CPRM);
  - Fiscalização integrada, executada pelo CREA, IGAM e Agência de Bacia, por meio de Convênio de Cooperação Técnica.

Para a efetiva fiscalização na bacia, o cadastro de usuários é primordial, pois consiste em instrumento que fundamentará as ações de fiscalização e monitoramento.

O monitoramento pode ser considerado como excelente ferramenta de gestão para acompanhar o cumprimento dos termos da outorga, quais sejam, condicionantes, captação da vazão conforme processo, tempo de bombeamento etc.

A bacia deve ter, em médio prazo, seu Plano de Contingência para as situações emergenciais 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.

Para o Plano de Contingência, deverá ser considerado o estudo realizado pelo Grupo de Trabalho - GT Barragens, sob a coordenação da Superintendência de Apoio Técnico da SEMAD, conforme Resolução COPAM n.º 53/2003, intitulado - "Avaliação do potencial de dano ambiental das barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais."

Tabela 55 - Levantamento dos principais atos normativos estaduais referentes a recursos hídricos com ênfase em fiscalização

Dispositivos sobre fiscalização em lei estadual.	Dispositivos referentes à fiscalização nos demais regulamentos	Competência do órgão gestor	Infrações	Penalidades	Instrumentos de Fiscalização	Outros instrumentos (sistema de alerta; convênios)	Obs.:
<p>1. Lei nº 13.199/99 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos; arts 31; 50 a 52. Comentários: esta lei importou todos os dispositivos relativos às infrações e penalidades constantes da 9433/97, com algumas alterações de redação. Inovou ao instituir a cobrança amigável de débitos</p> <p>2. Lei nº13.771/00 que dispõe sobre a administração, proteção e conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado; art 11: obrigatoriedade da reparação do dano. Arts 22 a 26: da fiscalização, das infrações e das penalidades.</p>	<p>1. Decreto nº 41.578/01 que regulamenta a Lei nº 13.199/99. Das infrações e penalidades: arts 44 a 56.</p> <p>2. Deliberação Normativa CERH-MG nº 07/2002: “Estabelece a classificação dos empreendimentos quanto ao porte e potencial poluidor tendo em vista a legislação de recursos hídricos”.</p> <p>3. Decreto 38070/96: “Dispõe sobre a criação do Grupo Coordenador de Fiscalização Ambiental – GCFAI”.</p> <p>4. Deliberação Normativa que estabelece critérios objetivos para aplicação da sanção de multa em infração à legislação de recursos hídricos aprovada pelo CERH-MG em 08/10/2003, para entrar em vigência a partir de 08/03/2004</p>	<p>1. Decreto nº 41.578/01, art 12: “O IGAM executará as funções de fiscalização pertinentes ao SEGRH-MG e de atuação por infrações e aplicação de penalidades previstas na legislação de recursos hídricos”.</p> <p>Art. 63, § 2º</p> <p>2. Lei 12.584/97: “Exercer a fiscalização e o controle da utilização dos recursos hídricos no Estado” Art. 5º, inciso VII.</p> <p>3. Lei 13.199/99: “manter sistema de fiscalização de uso das águas”, Art. 42, inciso III.</p>	<p>- leves</p> <p>- graves</p> <p>-gravíssimas</p>	<p>- advertência (aplicada somente nas infrações leves e graves)</p> <p>-multa</p> <p>-embargo provisório</p> <p>- embargo definitivo</p>	<p>- auto de fiscalização (obrigatório em todas vistorias);</p> <p>- sindicância (form. próprio)</p> <p>- auto de infração (conteúdo consta do art 59 do Decreto 41.578/01</p> <p>- relatório de vistoria</p>	<p>- o art 21 do Decr 41.578/01 permite que o IGAM firme contratos de gestão com as agências de bacia ou similares, aprovadas pelos comitês, com o objetivo, de descentralizar, fiscalizar e controlar as atividades relacionadas à gestão dos recursos hídricos.</p>	<p>A redução da multa prevista no § 1º do art 52 não atinge a multa aplicada pelo órgão ambiental em decorrência de infração ambiental cometida, pois esta é distinta da infração à legislação de recursos hídricos e obedece às disposições da legislação ambiental.</p>

# **PARTE III**

# **PLANO DE AÇÃO**





## **22. PLANO DE AÇÃO PARA A REVITALIZAÇÃO, RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO HIDROAMBIENTAL**

### **22.1 Metodologia para seleção das atividades a serem implementadas**

Os componentes e atividades selecionados foram identificados com base em estudos existentes, especialmente os realizados no âmbito do PROSAM, o "Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes do Rio São Francisco em Minas Gerais" e, ainda, com fundamento em atualização de informações, conforme recomendações do diagnóstico.

O Plano de Ação será apresentado neste estudo de forma geral e, a partir de 2005, recomenda-se o desdobramento das atividades em ações, com seus respectivos detalhes.

Cabe ressaltar que o Cronograma Físico-Financeiro foi estabelecido segundo os investimentos identificados nas fontes de recursos, com destaque para (1) o Plano Plurianual - PPA Federal, que tem várias atividades associadas às elencadas para a bacia do rio das Velhas, (2) investimentos do Governo do Estado de Minas Gerais que, por intermédio da COPASA, estabeleceu em seu plano de investimentos (2004-2006) recursos vultuosos para a universalização do abastecimento de água e serviços de esgotos na bacia, nos municípios em que é concessionária, e (3) o Plano Plurianual de Ação Governamental - PPAG (2005-2007).

### **22.2 Estruturação do Plano de Ação e justificativas das atividades identificadas**

#### **22.2.1 Estruturação do Plano de Ação**

O Plano de Ação foi estruturado em seis Componentes com suas respectivas atividades, sendo que o Componente 1 tem, como foco, atividades relacionadas à gestão de recursos hídricos e os demais Componentes podem ser caracterizados pelas atividades de serviços, obras e estudos para garantir a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia.

Será elaborado o Cronograma Físico-Financeiro relativo aos Componentes 1 a 5, cujas atividades estão associadas à bacia hidrográfica, e os custos estimados do Componente 6, cujas ações estão associadas ao trecho da Meta 2010.

#### **Componente 1 - Implementação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH e regularização de usos e usuários**

Atividade 1.1 - Fortalecimento do CBH VELHAS;

Atividade 1.2 - Implantação da Agência de Bacia;

Atividade 1.3 - Cadastramento dos usuários, conforme proposta apresentada no Plano;

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;

Atividade 1.6 - Implementação do Sistema de Informações.

#### **Componente 2 - Saneamento ambiental**

Atividade 2.1 - Universalização do abastecimento de água na bacia;



Atividade 2.2 - Ampliação da rede coletora de esgotos na bacia;

Atividade 2.3 - Serviços de implantação de Estações de Tratamento de Esgotos;

Atividade 2.4 - Melhoria da coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos.

### **Componente 3 - Recuperação ambiental**

Atividade 3.1 - Controle da erosão e do assoreamento;

Atividade 3.2 - Reflorestamento em áreas degradadas (topo, ciliar e nascentes);

Atividade 3.3 - Recuperação ambiental de áreas afetadas pelas atividades de mineração. Adoção de medidas de desassoreamento.

### **Componente 4 - Ações não estruturais**

Atividade 4.1 - Educação sanitária e ambiental;

Atividade 4.2 - Desenvolvimento de estudos (águas subterrâneas, mitigação de inundações);

Atividade 4.3 - Incentivo e fomento ao ecoturismo;

Atividade 4.4 - Plano de Controle e Adequação do Setor Industrial;

Atividade 4.5 - Plano de Controle e Adequação do Setor Mineral;

Atividade 4.6 - Plano de Controle e Adequação do Setor Agrícola.

### **Componente 5 - Ações Especiais**

Atividade 5.1 - Implementação de ações para a conservação hidroambiental da sub-bacia do rio Cipó;

Atividade 5.2 - Implementação de ações para a preservação da APA Cachoeira das Andorinhas (18.700 ha);

Atividade 5.3 - Implementação do Sistema de Alerta Hidrometeorológico contra cheias.

### **Componente 6 - Ações específicas para o alcance da Meta 2010**

Atividade 6.1 - Realização de estudos sobre a navegabilidade do trecho " Sabará-Jaguara Velha", no Distrito de Mocambo;

Atividade 6.2 - Implantação de interceptores, em Belo Horizonte e Contagem, com tratamento de fundo de vale, compreendido como conservação ou renaturalização de leitos;

Atividade 6.3 - Implantação de unidades de desinfecção nas ETE ARRUDAS e ONÇA;

Atividade 6.4 - Implantação de Estações de Tratamento de Esgotos em nível secundário, com polimento, nos Municípios, Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará e Santa Luzia;

Atividade 6.5 - Implantação de tratamento de esgotos adicional na ETE-ONÇA (com polimento);

Atividade 6.4 - Programa Caça Esgotos;

Atividade 6.5 - Programa DRENURBS;

Atividade 6.6 - Implementação do Plano Municipal de Saneamento;

Atividade 6.7 - Implantação da Unidade de Tratamento de Resíduos de Bela Fama;

Atividade 6.8 - Implementação da rede de monitoramento dirigida.

### **22.2.2 Justificativas das atividades identificadas**

A seguir, apresentam-se as justificativas correspondentes às atividades acima identificadas. Ressalta-se que o Cronograma Físico-Financeiro (Componentes 1 a 5) foi estabelecido conforme os investimentos identificados nas fontes de recursos:

#### **Componente 1**

O conjunto de atividades do Componente 1 é fundamental e pode ser considerado como prioridade máxima, pois por meio das citadas atividades haverá garantia para a implementação deste Plano. Os aspectos institucionais, como o fortalecimento do Comitê, a implantação da Agência de Bacia e, ainda, a implementação dos instrumentos de gestão, são condições básicas para propiciar todo o processo de revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia.

#### **Componente 2**

As atividades relacionadas ao saneamento ambiental contribuem, significativamente, para a melhoria das condições sanitárias na bacia do rio das Velhas, com reflexos diretos sobre a qualidade de vida e a saúde pública. A meta deste Plano deve ser a universalização dos serviços de abastecimento de água e de esgotos sanitários até o ano de 2010. O diagnóstico recomendou a necessidade de priorizar a implantação e otimização dos sistemas de esgotamento sanitário, especialmente nos seguintes Municípios de Belo Horizonte, Contagem, Santa Luzia, Sete Lagoas, Sabará, Nova Lima, Vespasiano e Curvelo.

#### **Componente 3**

O Componente 3 refere-se ao controle da erosão e do assoreamento, ao reflorestamento em áreas degradadas e à recuperação ambiental de áreas afetadas pelas atividades de mineração.

No que toca à primeira atividade, há que se fazer, em virtude da ação antrópica na bacia, um levantamento da capacidade de uso das terras e recomendar os usos e práticas mais adequadas para cada área. Esta atividade tem o objetivo de mitigar o processo erosivo, propiciando a melhoria da qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

As ações relacionadas a essa atividade correspondem à conservação de estradas vicinais, gestão de microbacias, recuperação de pastagens, práticas conservacionistas de manejo de solo, dentre outras.

A segunda atividade faz-se necessária para assegurar a disponibilidade hídrica da bacia por meio da identificação de áreas críticas a serem recuperadas e, ainda, da implementação de medidas que garantam a preservação das nascentes, devido a grande importância que estas formações têm para os mananciais hídricos.

A terceira atividade, a seu turno, encontra justificativa no fato de que a região do alto rio das Velhas merece uma atuação estratégica que vise à regularização das atividades de mineração. O "Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco" pontuou esta atividade em seu Componente II - Uso sustentável dos recursos hídricos e recuperação ambiental, inclusive com investimentos previstos no PPA Federal (2004-2007).

#### **Componente 4**

A atividade de educação sanitária e ambiental é, sem dúvida, um dos mais importantes

meios de mitigação e prevenção de impactos sobre o meio ambiente, pois propicia a sensibilização da população no tocante ao uso adequado das obras e ações a serem empreendidas na bacia.

A realização dessa atividade destina-se à sensibilização para o uso das obras de saneamento implantadas, para a preservação das unidades de conservação existentes, utilização racional dos recursos hídricos, ações voltadas à coleta e à disposição de resíduos sólidos e técnicas de manejo ambientalmente mais adequadas, voltadas para o setor agrícola.

No que diz respeito à disponibilidade hídrica subterrânea, os estudos deste Plano mostraram que, em termos de volume utilizado, as águas subterrâneas fornecem cerca de 17% do consumido na bacia. É um volume bastante significativo, e o desenvolvimento de estudos para melhor conhecimento desse recurso estratégico é de fundamental importância.

A ocorrência de inundações na bacia do rio das Velhas, especialmente na RMBH, deve-se ao adensamento populacional associado às obras de drenagem inadequadas. O desenvolvimento de estudo que possibilite indicar procedimentos para a mitigação de inundações justifica-se face à importância do tema.

Com relação ao incentivo e fomento ao ecoturismo, deve-se salientar que a denominada indústria do turismo, na atualidade, é a atividade que apresenta os mais elevados índices de crescimento em termos econômicos em todo o mundo. O potencial turístico da bacia é considerável e deve ser aproveitado segundo padrões de um turismo ecológico e educativo.

O Componente 4 apresenta também a necessidade de elaboração dos seguintes Planos:

- Plano de Controle e Adequação do Setor Industrial. Houve um grande avanço do setor industrial em relação à adequação às normas ambientais. Destaca-se que as trinta e duas indústrias mais significativas da bacia em termos de potencial poluidor encaminham seus efluentes à ETE-ARRUDAS por meio de interligação na rede da COPASA. Todavia, é necessário, ainda, que o controle da poluição industrial mediante monitoramento dos efluentes industriais seja intensificado, para que seja alcançada melhor eficiência junto à FEAM. Há que se promover, com o apoio das Câmaras do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, um detalhamento das indústrias que não estão atingindo os padrões previstos em normas ambientais.

- Plano de Controle e Adequação do Setor Mineral. Compreende a elaboração de um programa para monitoramento dos efluentes minerais das empresas do setor, especialmente as empresas de pequeno porte e garimpos, com vistas à regularização de suas atividades.

- Plano de Controle e Adequação do Setor Agrícola. Compreende a elaboração de um programa que visa ao esclarecimento dos agricultores quanto ao manejo adequado dos recursos naturais, o que garantirá eficiência produtiva e qualidade ambiental.

## **Componente 5**

A implementação de ações para a conservação hidroambiental da sub-bacia do rio Cipó justifica-se pelo fato de esta contribuir para a melhoria da qualidade das águas do rio das Velhas, bem como por ser uma significativa área potencial para atividades de ecoturismo.

A implementação de ações para a preservação da APA Cachoeira das Andorinhas

encontra justificativa no fato de que esta unidade de conservação abriga a nascente do rio das Velhas sendo estratégico, portanto, implementar ações de preservação nesta área, como seu Zoneamento Ambiental e, posteriormente, o Zoneamento Ecológico-Econômico.

A implementação do Sistema de Alerta Hidrometeorológico contra cheias é um importante mecanismo de prevenção e antecipação da ocorrência de eventos hidrológicos críticos na bacia, capaz, portanto, de auxiliar na prevenção de eventuais prejuízos causados pelas inundações.

### **Componente 6**

As ações específicas para a efetivação da Meta 2010 consubstanciam-se em:

- Realização de estudos sobre a navegabilidade do trecho "Sabará-Jaguara Velha" no Distrito de Mocambeiro. A navegação neste trecho afigura-se como viável; entretanto, sua implantação requer estudos e, especialmente, uma análise batimétrica para identificação de rochas, bancos de areia e da declividade de todo o trecho.
- Implantação de interceptores, em Belo Horizonte e Contagem, com tratamento de fundo de vale. Os estudos da simulação da qualidade da água indicaram esta ação como indispensável para que os esgotos sejam direcionados às ETE ARRUDAS e ONÇA.
- Implantação de unidades de desinfecção nas ETE ARRUDAS e ONÇA. Os estudos da simulação da qualidade da água indicaram esta ação em função do alto índice de coliformes fecais.
- Implantação de Estações de Tratamento de Esgotos em nível secundário, com polimento, nos Municípios de Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará e Santa Luzia. Os estudos da simulação da qualidade da água indicaram esta ação visando à melhoria da eficiência de remoção da DBO.
- Implantação de Tratamento de Esgotos adicional na ETE-ONÇA (com polimento). Os estudos da simulação da qualidade da água indicaram esta ação visando à melhoria da eficiência de remoção da DBO.
- Programa Caça Esgotos. A agilização do Programa Caça Esgotos da COPASA é pressuposto básico do aumento da vazão efluente na ETE-ARRUDAS e, conseqüentemente, da melhoria da qualidade da água do rio das Velhas.
- Programa DRENURBS. Este Programa guarda como diretriz a manutenção dos cursos d'água em seu leito natural e prevê a despoluição dos cursos d'água, a preservação e tratamento das áreas verdes e nascentes, o reassentamento e realocação de famílias e a participação comunitária. A perfeita interação entre os Programa DRENURBS, da Prefeitura de Belo Horizonte, e Caça Esgotos, da COPASA, contribuirá de forma relevante para o alcance da Meta 2010.
- Implementação do Plano Municipal de Saneamento. O foco deste Plano é a universalização dos serviços de abastecimento de água e de esgotos sanitários nas áreas de vilas e favelas de Belo Horizonte. Existem recursos vultuosos garantidos para a implementação deste Plano, o que vai corroborar para o aumento da vazão de efluentes a serem tratados na ETE-ARRUDAS.
- Implantação da Unidade de Tratamento de Resíduos de Bela Fama. Um dos aspectos marcantes do sistema hídrico da bacia do rio das Velhas consiste no transporte de sedimentos pelas calhas fluviais. Na operação da ETA Bela Fama, todos os rejeitos sólidos contidos no processo de decantação e filtragem são lançados de volta ao rio das Velhas,

restituindo uma quantidade de sedimentos que poderiam ser suprimidos do escoamento para jusante. A Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR) da Estação de Tratamento de Água de Bela Fama merece destaque, pois reduzirá o teor de sólidos suspensos lançado no rio das Velhas.

- Implantação da rede de monitoramento dirigida. Conforme estudos sobre a disponibilidade hídrica qualitativa da bacia do rio das Velhas, constata-se a importância desta rede no trecho da Meta 2010. Isto porque tal rede propiciará um melhor acompanhamento das ações de revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia.

### **22.1 Custos Estimados do Componente 6**

- Implantação de interceptores, em Belo Horizonte e Contagem, com tratamento de fundo de vale:

- Belo Horizonte: R\$ 1,1 bilhão

- Contagem R\$ 65,5 milhões; (1)

- Implantação de unidades de desinfecção nas ETE ARRUDAS e ONÇA: R\$ 21,8 milhões; (2)

- Implantação de Estações de Tratamento de Esgotos em nível secundário, com polimento, nos Municípios de Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará e Santa Luzia; Implantação de Tratamento de Esgotos adicional na ETE-ONÇA (com polimento): R\$ 40,1 milhões; (3)

- Implantação de tratamento de esgotos adicional na ETE-ONÇA (com polimento): R\$ 25 milhões; (4)

**TOTAL ESTIMADO DAS ATIVIDADES (1), (2), (3) E (4) - R\$ 1,25 bilhão (recursos a serem captados).**

Atividades sem previsão de custos:

- Realização de estudos sobre a navegabilidade do trecho "Sabará-Jaguara Velha", no Distrito de Mocambo;

- Implantação da Unidade de Tratamento de Resíduos de Bela Fama.

Atividade com previsão de custos e com necessidade de captar recursos:

- Implementação da rede de monitoramento dirigida. Custo anual: R\$ 220.000,00.

Programas em desenvolvimento com recursos assegurados:

- Programa Caça Esgotos: R\$ 8 milhões (2005-2006);

- Programa DRENURBS: R\$ 240 milhões (2004-2007);

- Implementação do Plano Municipal de Saneamento: R\$ 700 milhões (2005-2008).



Tabela 56 - Cronograma físico-financeiro

<b>Cronograma Físico-Financeiro para a Implementação do PDRH - Velhas</b>									
<b>Investimentos previstos em fontes de recursos</b>									
Componentes	Atividades	Tempo (anos)						Total (Em R\$)	Atores Estratégicos
		2005	2006	2007	2008	2009	2010		
1-Implementação do SEGRH e regulariz. de usos e usuários	1-Fortalecimento CBH-VELHAS	250.000	250.000					500.000	
	2-Agência de Bacia	600.000	600.000	300.000				1.500.000	
	3-Cadastramento usuários	250.000	250.000					500.000	IGAM, Comitê e Agência
	4-Regularização Outorga/Cobrança		170.500	204.500				375.000	
	5-Fiscalização e Monitoramento	208.300	207.700	209.000				625.000	
	6-Sistema de Informações	125.000	125.000	125.000				375.000	
<b>Total Componente 1</b>								<b>3.875.000</b>	
2-Saneamento Ambiental	1-Universalização abastecimento água	199.504.518	125.513.573	4.582.758	4.582.758	4.582.758	4.582.758	343.349.123	
	2-Ampliação melhorias rede esgotos	188.453.077	143.837.566	4.712.580	4.712.580	4.712.580	4.712.580	351.140.963	
	3-ETE's	52.630.620	13.147.700	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	81.778.320	COPASA, FEAM, Comitê, Agência e Prefeituras
	4-Melhoria coleta/disposic. adequada	612.057	612.057	612.057	612.057	612.057	612.057	3.672.342	
<b>Total Componente 2</b>								<b>779.940.748</b>	
3-Recuperação Ambiental	1-Controlar erosão/assoreamento	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	390.000	2.340.000	Comitê, Agência, EMATER, IEF, SEAPA, setor mineral (IBRAM) e Prefeituras
	2-Reflorestamento áreas degradadas	47.875	47.875	47.875	47.875	47.875	47.875	287.249	
	3-Recuperação amb. área mineração	1.333.333	1.333.333	1.333.333	1.333.333	1.333.333	1.333.333	7.999.998	
<b>Total Componente 3</b>								<b>10.627.247</b>	
4-Ações não estruturais	1-Educação Sanitária/Ambiental	36.666	36.666	36.666	36.666	36.666	36.666	219.996	SEMAD, IGAM, setores mineral, Industrial e agrícola, (IBRAM) Prefeituras, SELT, SEAPA Comitê e Agência
	2-Estudo Águas Sub/Inundações	7.425	7.425	7.425	7.425	7.425	7.425	44.549	
	3-Ecoturismo	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	72.000	
	4-Plano Setor Mineral	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	18.000	
	5-Plano Setor Industrial	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	18.000	
	6-Plano Setor Agrícola	28.125	28.125	28.125	28.125	28.125	28.125	168.750	
<b>Total Componente 4</b>								<b>541.295</b>	
5-Ações Especiais	1-Preservação bacia do rio Cipó	12.937	12.937	12.937	12.937	12.937	12.937	77.622	IEF, EMATER, IGAM
	2-Preservação APA Andorinha	12.937	12.937	12.937	12.937	12.937	12.937	77.622	CEMIG, Prefeituras, Comitê e Agência
	3-Sistema de Alerta c/ cheias	12.375	12.375	12.375	12.375	12.375	12.375	74.250	
<b>Total Componente 5</b>								<b>229.494</b>	
<b>TOTAL</b>		444.533.244	286.613.768	16.645.568	15.807.068	15.807.068	15.807.068	<b>795.213.784</b>	



## 23. PROPOSTAS DE INSTRUMENTOS JURÍDICOS

A seguir, são apresentadas duas minutas de Termos de Cooperação Técnica, que objetivam celebrar acordos com os atores sociais estratégicos com vistas à efetivação da Meta 2010.

### 23.1 Minuta de Termo de Cooperação Técnica referente à viabilização da navegação no trecho "Sabará-Jaguara Velha"

TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA QUE ENTRE SI CELEBRAM O INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM, A SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS, O MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, COM A INTERVENIÊNCIA DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS - CBH VELHAS, VISANDO À CONSECUÇÃO DA META 2010 - NADAR, NAVEGAR E PESCAR NO RIO DAS VELHAS EM SEU CURSO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

**O INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM**, autarquia dotada de personalidade jurídica de direito público, com autonomia administrativa e financeira, com sede e foro na Capital e jurisdição em todo o território do Estado, neste ato representado por seu Diretor Geral, Dr. Paulo Teodoro de Carvalho, portador da carteira de identidade no \_\_\_\_\_ e inscrito no CPF sob o no \_\_\_\_\_, a **SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS**, neste ato representada pelo Secretário, o **MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**, neste ato representado pelo Ministro \_\_\_\_\_, com a interveniência do **COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS**, instituído pelo Decreto nº.....de ..... de ..... de 1998, e representado por seu Presidente, Sr. Apolo Heringer Lisboa, portador da carteira de identidade nº..... SSP-MG e inscrito no CPF sob o nº....., resolvem celebrar o presente Termo de Cooperação Técnica, que se regerá pela legislação pertinente à matéria, segundo as cláusulas e condições que seguem:

#### CLÁUSULA PRIMEIRA - DO OBJETO

Constitui objeto deste Termo de Cooperação Técnica a colaboração entre os partícipes para a viabilização da navegação no trecho "Sabará-Jaguara Velha", visando à consecução da Meta 2010 - Navegar, Pescar e Nadar no Rio das Velhas.

#### CLÁUSULA SEGUNDA - DAS DIRETRIZES GERAIS

Para a efetivação do presente Termo de Cooperação Técnica, os partícipes observarão as seguintes diretrizes gerais:

2.1 atuação articulada uns com os outros, visando à conjugação, harmonização e otimização de suas ações destinadas à realização do objeto do presente Termo de Cooperação Técnica, mediante o estabelecimento de canais que permitam o constante e adequado relacionamento, de modo a facilitar o desenvolvimento de ações cooperativas, evitar conflitos, duplicidades e inconsistências técnicas de critérios;

2.2 realização, em cooperação, de estudos sobre a navegabilidade no rio das Velhas, no trecho "Sabará-Jaguara Velha", especialmente a análise batimétrica para identificação

de rochas, bancos de areia e da declividade de todo o trecho.

### **CLÁUSULA TERCEIRA - DAS ATRIBUIÇÕES DOS PARTÍCIPES**

#### **3.1 Compete ao IGAM:**

- a) disponibilizar apoio técnico aos demais partícipes, visando à consecução dos objetivos do presente Termo;
- b) fornecer aos demais partícipes todas as informações disponíveis sobre a bacia hidrográfica do rio das Velhas, especialmente quanto aos resultados do monitoramento da qualidade de água.

#### **3.2 Compete à SETOP:**

- a) promover, em parceria com os demais partícipes, a execução de ações destinadas à realização dos objetivos do presente Termo de Cooperação Técnica;
- b) buscar a integração e o consenso no âmbito de sua estrutura administrativa e com os demais partícipes, no que concerne ao objeto do presente ajuste;
- c) prover a infra-estrutura técnica, administrativa, jurídica e operacional necessária à implementação deste acordo;
- d) compartilhar as informações relacionadas ao objeto deste Termo de Cooperação Técnica com os demais partícipes.

#### **3.3 Compete ao Ministério dos Transportes:**

- a) promover, em parceria com os demais partícipes, a execução de ações destinadas à realização dos objetivos do presente Termo de Cooperação Técnica;
- b) buscar a integração e o consenso no âmbito de sua estrutura administrativa e com os outros partícipes, no que concerne ao objeto do presente ajuste;
- c) prover a infra-estrutura técnica, administrativa, jurídica e operacional necessária à implementação do presente ajuste;
- d) compartilhar as informações relacionadas ao objeto deste Termo de Cooperação Técnica com os demais partícipes.

#### **3.4 Compete ao Comitê:**

- a) promover, em parceria com os demais partícipes, a execução de ações destinadas à realização dos objetivos do presente Termo de Cooperação Técnica;
- b) propor ações de comunicação social pertinentes à gestão da bacia hidrográfica do rio das Velhas;
- c) promover, no interesse da gestão da bacia, a compatibilização dos objetivos deste Termo de Cooperação Técnica com o planejamento do desenvolvimento regional, do meio ambiente e dos setores usuários.

### **CLÁUSULA QUARTA - DAS DOTAÇÕES ORÇAMENTÁRIAS**

Cada partícipe, exceto o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, responsabilizar-se-á pela remuneração de seus respectivos servidores, designados para as atividades previstas neste Termo de Cooperação Técnica, bem como de quaisquer outros encargos a eles atinentes, por meio de dotações orçamentárias próprias.

### **CLÁUSULA QUINTA - DA VIGÊNCIA E DA PRORROGAÇÃO**

O presente Termo de Cooperação Técnica vigorará pelo prazo de 6 (seis) anos, a partir

da data de sua publicação, podendo ser prorrogado a critério dos Convenentes.

#### **CLÁUSULA SEXTA - DA FORMA DAS ALTERAÇÕES**

As alterações neste Termo de Cooperação Técnica serão feitas mediante termo aditivo.

#### **CLÁUSULA SÉTIMA - DA DENÚNCIA**

Este Termo de Cooperação Técnica poderá ser denunciado por qualquer um dos partícipes, mediante notificação escrita a ser remetida aos demais com antecedência mínima de 90 (noventa) dias, imputando-se a todos os partícipes, inclusive ao denunciante, em qualquer hipótese, a responsabilidade pelo adimplemento das obrigações vencidas.

#### **CLÁUSULA OITAVA - DA PUBLICAÇÃO**

A publicação do extrato deste Termo de Cooperação Técnica, no Diário Oficial do Estado, será providenciada pelo IGAM até o quinto dia útil do mês seguinte ao de sua assinatura.

#### **CLÁUSULA NONA - DO FORO**

É competente para dirimir as questões decorrentes deste Termo de Cooperação Técnica, que não possam ser resolvidas pela mediação administrativa, o Supremo Tribunal Federal, consoante disposto no art. 102, letra "f", da Constituição Federal.

E por estarem assim justos e de acordo, firmam este Instrumento, em cinco vias de igual teor e forma, na presença das testemunhas abaixo nomeadas e indicadas, para que surta seus jurídicos e legais efeitos, em juízo e fora dele.

Belo Horizonte, de \_\_\_\_\_ de 2004.

---

PAULO TEODORO DE CARVALHO

Diretor Geral do IGAM

---

Secretário da SETOP

---

Ministério dos Transportes

---

CBH Velhas

Testemunhas:

1ª \_\_\_\_\_

NOME:

RG:

CPF:

2ª \_\_\_\_\_

NOME:

RG:

CPF:

### 23.2 Minuta de Termo de Cooperação Técnica referente à efetivação do Programa "Caça Esgotos"

TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA QUE ENTRE SI CELEBRAM O INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM, A COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - COPASA, O MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE, O MUNICÍPIO DE CONTAGEM, COM A INTERVENIÊNCIA DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS - CBH VELHAS, PARA O ALCANCE DA META 2010 - NADAR, NAVEGAR E PESCAR NO RIO DAS VELHAS EM SEU CURSO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

**O INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM**, autarquia dotada de personalidade jurídica de direito público, com autonomia administrativa e financeira, com sede e foro na Capital e jurisdição em todo o território do Estado, neste ato representado por seu Diretor Geral, Dr. Paulo Teodoro de Carvalho, portador da carteira de identidade nº.....e inscrito no CPF sob o nº....., a **COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - COPASA** autarquia....., inscrita no CNPJ/MF sob o nº....., com sede e foro na Capital representada, na forma do art. ...., inciso ....., do Decreto nº ....., de....., por seu Presidente,.....portador da carteira de identidade nº.....e inscrito no CPF sob o nº....., o **MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**, representada pelo seu Prefeito Sr....., portador da carteira de identidade nº.....SSP/MG e inscrito no CPF sob o nº....., o **MUNICÍPIO DE CONTAGEM**, representada pelo seu Prefeito Sr....., portador da carteira de identidade nº.....SSP/MG e inscrito no CPF sob o nº....., e o **COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS**, instituído pelo Decreto nº.....de .... de ..... de 1998, e representado por seu Presidente, Sr. Apolo Heringer Lisboa, portador da carteira de identidade nº..... SSP-MG e inscrito no CPF sob o nº....., todos doravante denominados Partícipes, resolvem celebrar o presente Termo de Cooperação Técnica de Cooperação Técnica, que se regerá pela legislação pertinente à matéria, e pela Lei nº 13.199/99, segundo as cláusulas e condições que seguem:

#### CLÁUSULA PRIMEIRA - DO OBJETO

Este Termo de Cooperação Técnica tem como objeto a colaboração entre os partícipes visando à efetividade do PROGRAMA CAÇA ESGOTOS, destinado a identificar e eliminar lançamentos indevidos de efluentes em redes pluviais e córregos no Ribeirão Arrudas, Ribeirão do Onça, na Lagoa da Pampulha e em seus córregos e afluentes, e do PROGRAMA DRENURBS, da Prefeitura de Belo Horizonte, e que objetiva melhorar a qualidade de vida na Capital, mediante a preservação dos córregos que se encontram em leito natural no município, tratando as fontes poluidoras e reduzindo os riscos de inundação.

#### CLÁUSULA SEGUNDA - DAS DIRETRIZES GERAIS

O presente tem como diretrizes gerais, a serem observadas pelos partícipes com relação aos programas referidos na cláusula anterior, nos marcos territoriais das bacias do Ribeirão Arrudas, Ribeirão do Onça e da Lagoa da Pampulha:

2.1 a atuação articulada uns com os outros, visando à conjugação, harmonização e otimização de suas ações destinadas à recuperação das referidas bacias, mediante o estabelecimento de canais que permitam o constante e adequado relacionamento, de modo a facilitar o desenvolvimento das ações cooperadas, evitar conflitos, duplicidades e inconsistências técnicas de critérios;

2.2 a implementação do plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas, e a melhoria da qualidade de vida nessa bacia hidrográfica;

2.3 a implementação de programas relativos à proteção das águas.

### **CLÁUSULA TERCEIRA - DAS ATRIBUIÇÕES**

#### **3.1 Compete ao IGAM:**

- a) disponibilizar apoio técnico aos demais partícipes, visando à consecução dos objetivos do presente Termo de Cooperação Técnica;
- b) fornecer aos demais partícipes todas as informações disponíveis sobre a bacia hidrográfica do rio das Velhas, especialmente quanto aos resultados do monitoramento da qualidade de água;
- c) promover a articulação com os órgãos competentes, com vistas à execução das atividades previstas neste Termo de Cooperação Técnica, especialmente daquelas relacionadas ao licenciamento ambiental.

#### **3.2 Compete à COPASA:**

- a) promover, em parceria com os demais partícipes, a execução de ações relacionadas ao PROGRAMA CAÇA ESGOTOS, para a efetivação das diretrizes e realização do objetivo do presente Termo de Cooperação Técnica;
- b) buscar a integração e o consenso no âmbito de sua organização administrativa e com os outros partícipes, no que concerne ao objeto do presente ajuste;
- c) prover a infra-estrutura técnica, administrativa, jurídica e operacional necessária à implementação deste acordo;
- d) fornecer aos outros partícipes todas as informações disponíveis relacionadas à bacia hidrográfica do rio das Velhas.

#### **3.3 Compete ao Município de Belo Horizonte:**

- a) promover, em parceria com os demais partícipes, a execução de ações relacionadas ao PROGRAMA DRENURBS, para a efetivação das diretrizes e realização do objetivo do presente Termo de Cooperação Técnica;
- b) buscar a integração e o consenso no âmbito de sua organização administrativa e com os outros partícipes, no que concerne ao objeto do presente ajuste;
- c) prover a infra-estrutura técnica, administrativa, jurídica e operacional necessária à implementação do presente ajuste;
- d) fornecer aos outros partícipes todas as informações disponíveis relacionadas às bacias hidrográficas dos ribeirões Arrudas e Onça.

#### **3.3 Compete ao Município de Contagem:**

- a) promover, em parceria com os demais partícipes, a execução de ações relacionadas ao PROGRAMA CAÇA ESGOTOS, para a efetivação das diretrizes e realização do objetivo do presente Termo de Cooperação Técnica;

- b) buscar a integração e o consenso no âmbito de sua organização administrativa e com os outros partícipes, no que concerne ao objeto do presente ajuste;
- c) prover a infra-estrutura técnica, administrativa, jurídica e operacional necessária à implementação do presente ajuste;
- d) fornecer aos outros partícipes todas as informações disponíveis relacionadas às bacias hidrográficas dos ribeirões Arrudas e Onça.

3.4 Compete ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas: a) promover, em parceria com os demais partícipes, a execução das ações relacionadas ao PROGRAMA CAÇA ESGOTOS e PROGRAMA DRENURBS;

- b) propor ações de comunicação social pertinentes à gestão da bacia hidrográfica do rio das Velhas;
- c) compatibilizar os objetivos deste Termo de Cooperação Técnica com o planejamento do desenvolvimento regional, do meio ambiente e dos setores usuários.

#### **CLÁUSULA QUARTA - DAS DOTAÇÕES ORÇAMENTÁRIAS**

Cada partícipe, exceto o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, responsabilizar-se-á pela remuneração de seus respectivos servidores, designados para as atividades previstas neste Termo de Cooperação Técnica, bem como de quaisquer outros encargos relacionados, por meio de dotações orçamentárias próprias.

#### **CLÁUSULA QUINTA - DA VIGÊNCIA E DA PRORROGAÇÃO**

O presente Termo de Cooperação Técnica vigorará pelo prazo de 6 (seis) anos, a partir da data de sua publicação, podendo ser prorrogado a critério dos partícipes.

#### **CLÁUSULA SEXTA - DAS ALTERAÇÕES**

As alterações neste Termo de Cooperação Técnica serão feitas mediante termo aditivo.

#### **CLÁUSULA SÉTIMA - DA DENÚNCIA**

Este Termo de Cooperação Técnica poderá ser denunciado por qualquer um dos partícipes, mediante notificação escrita a ser remetida aos demais com antecedência mínima de 90 (noventa) dias, imputando-se a todos os partícipes, inclusive ao denunciante, em qualquer hipótese, a responsabilidade pelo adimplemento das obrigações vencidas.

#### **CLÁUSULA OITAVA - DA PUBLICAÇÃO**

A publicação do extrato deste Termo de Cooperação Técnica, no Diário Oficial do Estado, será providenciada pelo IGAM até o quinto dia útil do mês seguinte ao de sua assinatura.

#### **CLÁUSULA NONA - DO FORO**

É competente para dirimir as questões decorrentes deste Termo de Cooperação Técnica, que não possam ser resolvidas pela mediação administrativa, o Supremo Tribunal Federal, consoante disposto no art. 102, letra "f", da Constituição Federal.

E por estarem assim justos e de acordo, firmam este Instrumento, em cinco vias de igual teor e forma, na presença das testemunhas abaixo nomeadas e indicadas, para que surta seus jurídicos e legais efeitos, em juízo e fora dele.



Belo Horizonte, de \_\_\_\_\_ de 2004.

---

PAULO TEODORO DE CARVALHO  
Diretor Geral do IGAM

---

Presidente da COPASA

---

Prefeito de Belo Horizonte

---

Prefeito de Contagem

---

Apolo Heringer Lisboa  
Presidente do CBHVELHAS

Testemunhas:

1ª \_\_\_\_\_

NOME:

RG:

CPF:

2ª \_\_\_\_\_

NOME:

RG:

CPF:

## **24. RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS**

Esta seção apresenta um conjunto de recomendações para buscar a implementação do Plano Diretor pelo CBH VELHAS e pela Agência de Bacia.

O Plano surge num contexto de rigoroso ajuste fiscal e financeiro do Estado e do País. Por este motivo, investimentos novos a serem alocados em ações para a recuperação e conservação hidroambiental na bacia do rio das Velhas afiguram-se como possibilidades em médio prazo.

O Comitê deve articular-se politicamente para viabilizar, principalmente, as ações que já se encontram em andamento, conforme levantamento dos programas, projetos e ações identificadas no Diagnóstico.

Há que se garantir aspectos básicos para a implementação deste Plano, a saber:

1. Efetivo funcionamento do Comitê;
2. Divulgação e discussão do Plano em toda a bacia;
3. Respaldo da sociedade da bacia face às ações do Comitê, a fim de garantir apoio dos vários setores;
4. Continuidade dos trabalhos da Comissão Técnica constituída para acompanhar as ações relativas ao Plano;
5. Articulação política do CBH VELHAS em relação às questões orçamentárias do Estado com o objetivo de garantir investimentos para as intervenções na bacia;
6. Implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
7. Urgência na implementação da Agência de Bacia;
8. Cadastramento dos usuários da bacia, conforme proposta apresentada no Plano;
9. Sintonia entre o CBH-VELHAS e o CBH-SÃO FRANCISCO, mediante acompanhamento das intervenções por este realizadas na bacia hidrográfica do rio São Francisco;
10. Articulação com atores sociais estratégicos, quais sejam, COPASA-MG, SAAE-Sete Lagoas, SAAE-Itabirito, Prefeituras de Belo Horizonte, Sete Lagoas, Itabirito, Ribeirão das Neves, Contagem, dentre outros Municípios, com vistas à implementação das ações do Plano;
11. Acompanhamento de indicadores de resultados do Plano, como o aumento da vazão na ETE-ARRUDAS, implementação da ETE-ONÇA, os avanços dos Programas Caça Esgotos e DRENURBS, implementação da Agência de Bacia;
12. Acompanhamento do cumprimento dos instrumentos jurídicos celebrados com os atores sociais estratégicos.

Além desses aspectos, cumpre enumerar, a seguir, recomendações de membros do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, elaboradas por ocasião das discussões relativas a este estudo e, ainda, sugestões colhidas durante as consultas públicas realizadas com vistas à apresentação deste Plano. Como afirmado acima, tais consultas públicas ocorreram nos dias 01 e 03 de dezembro de 2004, em Belo Horizonte e Curvelo, respectivamente. Salienta-se que constam deste trabalho apenas as recomendações aprovadas pela Comissão de Acompanhamento dos trabalhos de elaboração do Plano Diretor, composta por membros do CBH Velhas e por técnicos convidados.

1. "O Instituto Estadual de Florestas - IEF tem projetos de recuperação de matas ciliares e de topo. Estes poderão ser direcionados mediante solicitação para que sejam intensificados na bacia do rio das Velhas. Também há projetos de recuperação e conservação de nascentes junto aos produtores rurais. Este inclui doação de mudas, mourões e arame para cercamento".(Marcelo Coutinho Amarante, Instituto Estadual de Florestas)
2. "Recomenda-se intensificar ações na região de Jequitibá, referentes a reflorestamento, por ser uma região afetada por siderúrgicas. O Plano de Recursos Hídricos deve contemplar um trabalho junto ao IEF e ao Sindfer referente a Jequitibá, em especial na região da serra de Santa Helena, que é a cabeceira dos principais córregos". (Sílvio França Linhares, Associação de Desenvolvimento Ambiental de Sete Lagoas)
3. "No que toca às atividades de educação sanitária e ambiental, sugere-se ações complementares de elaboração e implementação de estratégias de comunicação social, a fim de divulgar o Plano e as ações nele previstas". (Apolo Heringer Lisboa, Instituto Guaicuy - SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão)
4. "Implementar ações para a conservação da APA Cachoeira das Andorinhas (18.700 ha) e da APA Sul (163.000 ha) em sua porção compreendida na bacia do rio das Velhas." (Apolo Heringer Lisboa, Instituto Guaicuy - SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão)
5. "Instalar Estações de Tratamento de Esgotos em nível secundário, com polimento, nos municípios das bacias hidrográficas do ribeirão da Mata, do rio Jequitibá e do rio Santo Antônio." (Apolo Heringer Lisboa, Instituto Guaicuy - SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão)
6. "Recomenda-se que o Plano Diretor preveja a atividade 'Plano de Controle e Adequação do Setor Urbano', que compreenda a elaboração de um programa que vise ao esclarecimento da população urbana quanto às boas práticas ambientais". (Ênio Resende de Souza, EMATER)
7. "Recomenda-se a implantação de Estações de Tratamento de Esgotos nos rios Maracujá, Itabirito e Água Suja, antes de sua confluência com o rio Sabará." (Ronald de Carvalho Guerra - FAMOP)
8. "Introduzir nos mecanismos de cobrança o lançamento de sólidos em suspensão, turbidez e metais, que no caso da bacia do rio das Velhas são importantes devido à presença das atividades minerárias e industriais metalúrgicas." (Alcione Ribeiro de Mattos, FEAM)
9. "Recomendação sobre plano de minimização de efeitos de enchentes na bacia do rio das Velhas.

Considerando que:

- a questão das enchentes na bacia do rio das Velhas merece uma abordagem que contemple a participação de diversos atores e portanto multi-institucional;
- o tratamento adequado do problema requer estudos aprofundados face à necessidade de soluções diversas para todo o trecho do alto rio das Velhas mas que também ações de menor custo poderão ser implementadas no curto prazo;
- o CBH Velhas é a instituição apropriada para a condução dos estudos e ações necessárias;
- existe uma expectativa da comunidade quanto à capacidade indutora do CBH Velhas para mobilização institucional necessária à efetiva implantação de ações detectadas nos estudos mencionados;e

- decorreram oito anos desde a última grande cheia sem avanços significativos para a solução do problema ou a minimização de seus impactos.

Recomendamos que os estudos de avaliação e prospecção de ações para tratamento das ocorrências de enchentes no alto da bacia do rio das Velhas sejam antecipados e contemplados em conjunto com as atividades descritas no componente 1 do Plano Diretor da bacia hidrográfica do rio das Velhas." (Marcelo de Deus Melo, CEMIG)

10. "Sugere-se a definição da personalidade jurídica da agência de bacia, a ser implementada junto ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Solicita, ainda, que o Plano Diretor apresente esclarecimentos relativos aos órgãos competentes para deliberar sobre a criação de tal agência." (Weber Coutinho, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento de Belo Horizonte)

11. "Recomenda-se que o Plano Diretor disponha sobre estratégias de comunicação social e mobilização, a serem implementadas junto a atores sociais estratégicos, nos casos em que o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas precise desenvolver atividades de repercussão local. Sugerem, ainda, que tais estratégias sejam utilizadas na divulgação do próprio Plano Diretor." (Tarcísio Márcio Magalhães Pinheiro e Marina Torres, Projeto Manuelzão, e João Geraldo de Almeida, Presidente da Associação do Bairro Pompéia).

12. "Sugere-se que o Plano trate da importância de que as ações relativas à reabilitação dos cursos d'água sejam implementadas de forma integrada com as políticas de uso e ocupação do solo." (Flávio Wolf Durão, Fórum Estadual Lixo e Cidadania, e Gilberto Batista, Comitê Manuelzão do Córrego do Navio).

13. "Sugere-se que o Plano Diretor recomende estudos para solucionar o problema da poluição por tóxicos, constatada na região do alto rio das Velhas, em especial nos rios Itabirito, Água Suja e da Mina." José Luiz Ribeiro de Carvalho (Centro de Ecologia Integral)

13. "Sugere-se que o Plano Diretor disponha sobre a viabilidade de construção de uma escada para migração dos peixes na Estação de Tratamento de Água Bela Fama, da COPASA." Maria do Carmo Brito e Silva (Associação Rio Acima/Natureza Viva).

14. "A captação de Curvelo advém, especialmente, de águas subterrâneas. O Poço Azul é responsável por 40% do abastecimento público de Curvelo. Há preocupação no que diz respeito à exploração de águas subterrâneas, pois não há monitoramento do aquífero e há risco de contaminação do lençol. Recomenda que o Plano Diretor contemple sugestões, ao IGAM, de medidas de fiscalização e controle na perfuração de poços." (Eduardo Rigotto, COPASA)

15. "Sugere-se que o Plano Diretor disponha sobre a possibilidade de estabelecimento de critérios mais rigorosos de controle das outorgas relativas à perfuração de poços na área cárstica e contemple sugestões, ao IGAM, de mecanismos de fiscalização dos poços perfurados em tal região. Sugere, ainda, que as outorgas relativas a águas subterrâneas sejam concedidas mediante a adoção de critérios mais rigorosos que os utilizados para as águas superficiais." (Gilvan Aguiar, Fundação Estadual do Meio Ambiente, e Marcus Vinícius Polignano, Projeto Manuelzão).

16. "Sugere-se que o Plano Diretor faça considerações sobre a importância da criação de unidades de conservação e do desenvolvimento de ações conjuntas a serem realizadas pelo CBHVelhas e pelo Instituto Estadual de Florestas. Recomendamos que o Plano Diretor apresente mecanismos de apoio e orientação à criação de unidades de conser-

vação." (Efigênia Alves Guerra, Comitê Manuelzão da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio e Escola Estadual Bolívar de Freitas, e Antônio Thomaz Mata Machado Projeto Manuelzão).

17. "Solicita-se que o Plano Diretor apresente propostas de mecanismos para o cadastramento de usuários." (Antônio Thomaz Mata Machado, Projeto Manuelzão).

18. "Sugere-se que os Planos Diretores dos Municípios contemplem políticas considerando a bacia hidrográfica em que se encontram as Municipalidades, e que essas políticas sejam compatíveis com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas e os atos normativos referentes ao tema licenciamento ambiental." (Marcus Vinicius Polignano, Projeto Manuelzão)

19. "Sugere-se que sejam adotadas estratégias de ampla divulgação do Plano Diretor de Recursos Hídricos." (Ronald Carvalho Guerra, Federação das Associações de Moradores de Ouro Preto, e Jacson Cesário, Associações Comunitárias de Curvelo).

Cabe destacar, ainda, que o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas foi elaborado considerando-se três fatores que potencializam sua implementação: (1) apoio político e social para a sua efetivação, (2) aceitação das proposições do Plano junto a vários órgãos públicos, entidades, Poder Legislativo, Poder Judiciário e setor produtivo e (3) trata-se de instrumento de gestão de recursos hídricos da bacia para a negociação de recursos financeiros junto a entes e órgãos públicos, bem assim perante organismos internacionais.

## 25 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE JR., J.C. *Sistema BALOD: simulação do balanço do oxigênio em cursos d'água de regime permanente*. 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1987.
- AGUIRRE JR., J.C. *Autodepuração das águas e modelos de simulação*. Belo Horizonte: FEAM, FAPEMIG, 2002. Apostila de curso.
- ALBA-TERCEDOR, J. .Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In SIMPOSIO DEL AGUA EN ANDALUZIA, 4, 1996, Almeria. *Anais...* Almeria, 1996. v. 2, p. 203-13. ISBN 84-784.
- BAIRD, C. *Química ambiental*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.
- BARRAQUÉ, B.(Org.). *Les politiques de l'eau en Europe*. Paris: Éditions La Découverte,1995.
- BARTH, F. T. . Aspectos institucionais do gerenciamento de recursos hídricos. In: REBOUÇAS, A. da C., Braga, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). *Águas doces no Brasil :capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. cap. 17.
- BERBET, M., *A Mineração de Areia no Distrito Areeiro de Itaguaí-Seropédica(RJ): geologia dos depósitos e caracterização das atividades de lavra e dos impactos*.2003. Tese de Mestrado.
- BETURE-SETAME. Projeto Paraíba do Sul, fase B: implantação da agência técnica e diagnóstico da bacia. Rio de Janeiro, 1994. Relatório principal para a Cooperação França-Brasil.
- BOBBIO, N.. Sur le principe de légitimité. In: *Annales de philosophie politique*. Paris: PUF, 1967. v. 7.
- BRANCO, S.M.. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. São Paulo: CETESB, 1971. 2 v. .
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano decenal de expansão 2003-2012. Brasília, 2002.
- BRASIL. Operador Nacional do Sistema Elétrico. Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional. In: Relatório Parcial 1: metodologia e plano de trabalho. [S.l : s.n.], maio, 2003.
- BROWN, L.C. e BARNWELL JR., T. O. *The enhanced stream water quality models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS: Documentation and user manual*. Athens, Georgia: Environmental Research Laboratory; Office of Research and Development; Environmental Protection Agency , 1987.
- CALLISTO, M., MORENO, P.; BARBOSA, F.A.R.. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v.61, n.2, p. 259-266. 2001.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES, J.F.Jr.. A vida nas águas das montanhas. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v.31, n.182, p. 68-71, maio 2002.
- CAMPOS, J.D. *Cobrança pelo uso da água nas transposições da bacia do rio Paraíba do Sul envolvendo o setor elétrico*.2001. Tese (Mestrado em Engenharia). Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.



CANEDO, P. M. *et al.* Estudo comparativo de quatro metodologias para a cobrança pelo uso da água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS: DESAFIOS À GESTÃO DA ÁGUA NO LIMIAR DO SÉCULO XXI, 15, 2003, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 2003.

CANEDO, P.de M. *Comunicação Pessoal*. [S.l.: s.n.], 2002.

CARRERA-FERNANDEZ, *Ampliação do estudo de cobrança pelo uso e poluição da água em corpos d'água do domínio do estado da Bahia e complementação da regulamentação da lei estadual*. Salvador: SRH; BID, 1997. Relatório final.

CARRERA-FERNANDEZ. Cobrança pelo uso da água em sistemas de bacias hidrográficas: o caso da bacia do rio Pirapama em Pernambuco. In: COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. *Livro da Bacia*. Brasília : Projeto PROAGUA; MMA; Banco Mundial;UNESCO, 2000. v.4, n.3, pp.525-570.

CEARÁ. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. *Plano de uso racional da água para irrigação nos vales do Jaguaribe e Banabuiú*. Fortaleza: ANA, 2001.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. Plano decenal de expansão 2000-2009. Rio de Janeiro: Eletrobrás; GCPS,1999.

COMISSÃO ESTADUAL DO COMPLEXO LAJES. Relatório final. Rio de Janeiro, 1998.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS. *Estudo de implantação da agência de bacia do rio das Velhas: bases fundamentais do modelo básico de gestão, seção A*. In: Livro Branco da Bacia Relatório de situação 1995, produto A4. CD.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS. *Instrumentos de gestão - preparação dos modelos de simulação: modelo de qualidade da água, seção B, produto B2.2*. Belo Horizonte: COBRAPE; PROSAM, 1999, 2 v. Relatório Final RT-A.1.5-COBRAPE-022.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS. *Instrumentos de gestão - preparação dos modelos de simulação: modelo de simulação hidrológica, seção B2.1*. Belo Horizonte: COBRAPE; PROSAM, 1998. Relatório Final. RT.A.1.5-COBRAPE-013.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS. *Instrumentos de gestão - preparação dos modelos de planejamento: seção C, produto C1: Plano Diretor de Recursos Hídricos, atividade C1*. Belo Horizonte: COBRAPE; PROSAM, 1999, v.1. Relatório Final.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Zoneamento Ambiental da APA Carste de Lagoa Santa. Belo Horizonte: CPRM, 1998. 1 CD-ROM.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Simulação da cobrança pelo uso da água: versão preliminar de 20.08.1997. São Paulo: CRH/CORHI. Grupo de Trabalho para o modelo de simulação SMA/CETESB/ DAEE, 08/97.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 20 de 18 de junho de 1986. Brasília, DF, *Diário Oficial da União*, 19 jul. 1986.

CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES. *Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Elaboração de estudo para implementação da*

- cobrança pelo uso dos recursos hídricos do Estado de São Paulo. São Paulo: Consórcio CNEC; FIPE, 1994.
- DALE, V. H. ; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators*, n.1, p. 3-10, 2001.
- DEBERDT, G. L. B.. Cianobactérias: eutrofização usos da água e saúde pública. *Sepronews*, São Paulo: Sepro, v.1, n.2, p.1-2, 2003.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. *Estudo do princípio do usuário-pagador na bacia hidrográfica dos rios Paraíba do Sul e Doce*. Disposição a pagar na bacia do Paraíba do Sul e Região Metropolitana do Rio de Janeiro, São Paulo: FIPE, 07/97. Relatório final.
- DIAGNÓSTICO da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Belo Horizonte : ENGEVIX Background, 1994. Relatório de estudos. 1994.
- FARIA, J., E. . *Poder e legitimidade: uma introdução à política do Direito*. São Paulo: Perspectiva, 1978.
- FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Coord.). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. Recife: CPRM, 2000. 391 p.
- FIGUEIREDO, V. L. S. *Usos da água na bacia do rio das Velhas: situação de 1997*. Belo Horizonte: FEAM, 1997. Mapa. Documento não consolidado.
- FIGUEIREDO, V.L.S.; MAZZINI, A.L. *Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio das Velhas*. Belo Horizonte: FEAM, 1997. Relatório e Mapa.
- FORMIGA-JOHNSON, R.M. *et al.* A construção do pacto em torno da cobrança pelo uso da água na Bacia do rio Paraíba do Sul. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Curitiba, [19--].
- GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F.A.R.. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 239-248. 2001.
- GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Termo de Compromisso. Belo Horizonte, mar, 2004.
- GUIMARÃES, A. P. *Paisagem da bacia do rio das Velhas*. 1953. 123 f. Tese (Provimento da cadeira de geografia física) - Faculdade de Filosofia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1953.
- HETTIGE, H. et al. Industrial Pollution Projection System In: *Policy Research Working Paper*. World Bank, 1994. 1431 p. , part1.
- ILIOPOULOU-GEORGUDAKI, J. *et al.*. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators*, 2003. n. 2, p. 345-360.
- INPE. *Análise temporal da mineração na Várzea do Rio Paraíba do Sul (SP) no período entre os anos de 1986 e 2002*. São José dos Campos, 2002.
- JUNQUEIRA, V. M. ; CAMPOS, S. C. M.. Adaptation of the "BMWP" method for water quality to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 1998. v. 10, n. 2, p.125 - 135.
- KRENKEL, P.A.; NOVOTNY, V. *Water quality management*. New York: Academic

Press, 1980. 671 p.

LANNA, A. E.; BENETTI, A. D. . *Estabelecimento de critérios para a definição da vazão ecológica no Rio Grande do Sul*. [S.l. : s.n.]. Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul. [19--].

LANNA, A. E.; BENETTI, A. D. . *Estabelecimento de critérios para a definição da vazão ecológica no Rio Grande do Sul*. [S.l.]: Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRG. [19--].

LARSEN, J. Proposed scheme for checking the intrusion of saline water into the São Francisco canal at Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro: Transpavi-Codrasa, sep. 1977.

LENAT, D. R.; BARBOUT, M. T. Using benthic macroinvertebrate communitie structure for rapid, cost - effective, water quality monitoring: rapid bioassessment. In: *Biological Monitoring of aquatic systems*. Florida: Lewis Publishers; Boca Ratom, p. 187-215, 1994.

MACÊDO, J.A.B. *Introdução a química ambiental: química e meio ambiente e sociedade*. [ S.l.]: CRQ-MG, 2002. 487 p.

MACHADO, P.A.L. Gerenciamento de recursos hídricos: a lei 9.433/97. In: SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. (Org.). *Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais*. Brasília: SRH; MMA; UFV; ABRH, 2000. cap. 2 .

METCALF & EDDY INC. *Wastewater engineering: treatment disposal reuse*. 2. ed. . New Delhi: TATA Mc Graw-Hill Publishing Company, 1979. 920 p.

MINAS GERAIS. Aperfeiçoamento do monitoramento da qualidade das águas da bacia do alto curso do rio das Velhas em 2003. Belo Horizonte: SEMAD, 2003. Relatório 2.

MINAS GERAIS. Avaliação das interferências ambientais da mineração nos recursos hídricos da bacia do Alto Rio das Velhas. Relatório Final. Belo Horizonte: SEMAD. CD. [19--]. No prelo.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa n. 20 de 24 de junho de 1997.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. Belo Horizonte: FEAM, 2002. v. 5, 663 p. Coletânea de Legislação Ambiental.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Aperfeiçoamento do monitoramento da qualidade das águas da bacia do alto curso do rio das Velhas. Belo Horizonte: SEMAD, 2003. 95 p. Relatório 1: marco zero.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Legislação de recursos hídricos. Márley Caetano de Mendonça (org.). Belo Horizonte, 2002.

MINAS GERAIS. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco. Sub-bacia do rio das Velhas. Belo Horizonte: SEMAD, 2004. Projeto Águas de Minas.

MINAS GERAIS. Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça. Estudo de implantação da agência de bacia do rio das Velhas. [S.l.]: COBRAPE, 1998.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Estudo de implantação da agência de bacia do rio das Velhas - Bases Fundamentais do modelo de gestão. Belo Horizonte: SEAPA; SEMAD; RURALMINAS; IGAM, v.1, 1998. Relatório final de situação.

- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Plano diretor de recursos hídricos das bacias dos afluentes do rio São Francisco em Minas Gerais. [S.l.]: SEAPA; SEMAD; RURALMINAS; IGAM, nov. 2002, v.1. Relatório parcial de estudos ambientais e levantamentos de dados.
- MISHAN, E.J. *Análise de custos-benefícios*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.
- MISHAN, E.J. *Welfare economics: an assesment*. Amsterdam: North Holland, 1969.
- MOREIRA NETO, D.F. *Legitimidade e discricionariedade: novas reflexões sobre os limites e controle da discricionariedade*. 3. ed. . Rio de Janeiro: Forense, 1998.
- MOSTERT, E. Water pricing policies in the Netherlands. In: CONFERÊNCIA ECONOMIC INSTRUMENTS AND WATER POLICIES IN CENTRAL AND EASTERN EUROPE - ISSUES AND OPTIONS, 2000. Szentendre (Hungria). *Anais ... Szentendre (Hungria)*. 28-29 set. 2000.
- NEVES, D. P. *Parasitologia humana*. 8. ed. São Paulo: Atheneu, 1991. 462 p.
- OCDE. *Efficiencie et efficacité des redevances de pollution de l'eau en France, en Allemagne et aux Pays-Bas: synthèse des données dispon*
- O'CONNOR, D.J. The temporal and spatial distribution of dissolved oxygen in water. [S.l.], *Water Resources Research*, v. 3, n.1, p. 65-79, 1967.
- PAREY, V.P. *Manuais para gerenciamento de recursos hídricos: relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados às águas correntes*. [S.l : s.n.], 103 p., parte 1, 227/1993, 1999.
- PLANO Decenal de Recursos Hídricos: bacia hidrográfica do rio São Francisco. Brasília: ANA; GEF; PNUMA; OEA, 2004.
- PLANO Diretor de Recursos Hídricos: bacias afluentes do rio São Francisco em Minas Gerais. Belo Horizonte: SEAPA; SEMAD; RURALMINAS; IGAM, 2002. Estudos e inventário dos recursos hídricos. Diagnóstico. Qualidade da Água.
- PLANO Diretor de Recursos Hídricos: bacia hidrográfica do rio das Velhas, elaborado no âmbito do Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça. Belo Horizonte: SEAPA; SEMAD; RURALMINAS; IGAM, 1998. Estudo de implantação da agência de bacia do rio das Velhas.
- POLIGNANO, M. V. et al. *Uma viagem ao Projeto Manuelzão e a bacia do Rio das Velhas: Manuelzão vai à escola*. Belo Horizonte: Projeto Manuelzão, 2001. 64 p. (Coleção Revitalizar).
- POLIGNANO, M. V. et al. A bacia hidrográfica do rio das Velhas. In: *Uma viagem ao Projeto Manuelzão e a bacia do Rio das Velhas: Manuelzão vai à escola*. Disponível em: <[www.manuelzao.ufmg.br/subprojetos/cartilha/cap4.htm](http://www.manuelzao.ufmg.br/subprojetos/cartilha/cap4.htm)>. Acesso em: 29 ago. 2003.
- PROJETO gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do rio São Francisco: Sub-projeto 1.2. Avaliação das interferências ambientais da mineração sobre os recursos hídricos na bacia do alto rio das Velhas. Belo Horizonte: IGAM; GOLDBER ASSOCIATES, 2001.
- PUGET; NUNES. *Vistoria conjunta em áreas de extração de areia no rio Guandu: municípios de Itaguaí e Queimados*. [S.l.] : Departamento de Recursos Minerais, 1996.
- RAMOS, M. L. S. ; PAIXÃO, M. M. O M. *Disponibilidade hídrica de águas subterâneas: produtividade de poços e reservas explotáveis dos principais sistemas aquífe-*



ros. [S.l. : s.n.], 2003. 41 p.

RIO DE JANEIRO. Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas. Estudos hidrológicos de apoio à concessão de outorga. Rio de Janeiro: Projeto PLANAGUA SEMADS, dez. 2000.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Extração de areia. Rio de Janeiro: SEMA; Projeto Planagua, 1997.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos. Resolução SOPS/S, n.124, de 24 de setembro de 1997.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V. H.. *Freshwater Bimonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, 1993. 488 p.

SANTOS, M.O.R.M. *O impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário*. Tese (Doutorado em Engenharia). Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

SCHVARTZMAN, A.S.; NASCIMENTO, N. de O.; VON SPERLING, M. Outorga e cobrança pelo uso dos recursos hídricos: aplicação à bacia do rio Paraopeba, MG. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 103-122, jan. mar. 2002.

SEROA DA MOTTA, R. *Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil*. Rio de Janeiro: Projeto PLANAGUA; SEMA; GTZ, 1998.

SOUZA, S.M. T. (Ed.). *Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Hidrosistemas, 1995. 525 p.

STANDART Methods: for the examination of water and wastewater. 20nd ed. Baltimore: APHA, 1998. v.1.

TERRABYTE ENGENHARIA LTDA. Segundo relatório de avaliação técnico ambiental do termo de compromisso de ajustamento de conduta preliminar. [S.l.], 2002.

THOMANN, R.V. *Systems analysis and water quality management*. [S.l.] : McGraw-Hill Book Company, 1974.

THOMANN, R.V. *Verification of water quality models*. ASCE: J. Sanitary Engineering Division, n. 108 (EE5), out. 1982. p. 923-940.

THOMAS, P.T. *Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água vinculada à escassez*. 2002. Tese (Mestrado em Engenharia). Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

TRAIN, R.E. *Quality criteria for water*. Washington D.C.: Environmental Protection Agency, 1979. 256 p.

TURNER, R.K.; PEARCE, D.W.; BATEMAN, I.. *Environmental economics: an elementary introduction*. Londres: Harvester Wheatsheaf, 1994.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS. Faculdade de Medicina. Diagnóstico da Bacia do Rio das Velhas: Saúde e Ambiente. Belo Horizonte: Projeto Manuelzão, 2003. Manuscrito.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Projeto qualidade das águas e controle da poluição hídrica (PQA). Rio de Janeiro: SEMA; SEPURB, mar. 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e

Estudos de Meio Ambiente. Intrusão salina no rio Guandu/canal de São Francisco e sua repercussão na concessão de outorgas. Rio de Janeiro, 2003. Relatório de pesquisa FINEP, CT-HIDRO.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Nota técnica sobre usos insignificantes e critérios para cobrança de outros setores usuários. In: *Projeto gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul*. Rio de Janeiro, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Plano de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul (PGRH-RE-027-R1). 2001. Relatório para o Convênio ANA - Fundação COPPETEC.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Cobrança pelo uso da água bruta: experiências européias e propostas Brasileiras. Rio de Janeiro, 2001. Relatório para o Projeto PROAGUA - Fortalecimento Institucional, Fase III: Sistema de Gestão da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio Paraíba do Sul: da proposta à aprovação de metodologia e critérios: janeiro-dezembro de 2001. Rio de Janeiro: COPPETEC, maio de 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Cobrança pelo uso da água bruta na Bacia do Rio Paraíba do Sul: da aprovação à preparação para a sua aplicação - janeiro-dezembro de 2001. Rio de Janeiro: COPPETEC, dez. 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Plano de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul. In: *Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC; ANA, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Sistema de informações e de apoio à decisão de outorga para a bacia do Paraíba do Sul.. In: *Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC; ANA, 2001.

UNTITLED DOCUMENT. Disponível em: <[www.cbhvelhas.hpg.ig.com.br/Conteudo/03InstrumentoPlanejamento/03Conteudo-2pag05.html](http://www.cbhvelhas.hpg.ig.com.br/Conteudo/03InstrumentoPlanejamento/03Conteudo-2pag05.html)>. Acesso em: 29 ago. 2003.

VIEIRA, A. M. ; SALES, P.R.H. ; BARRETO, L.A.L. The Brazilian electric sector experience in flood control. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FLOOD FREQUENCY AND RISK ANALYSES, 1986, Baton Rouge, USA. *Anais ...* 1986.

VIEIRA, A. M. *Hidrologia estocástica e operação de reservatórios*. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia). Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.

VON SPERLING, M. *Associação entre a legislação brasileira de qualidade da água (Resolução CONAMA 20/86) e a seleção de processos de tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, v. 3, n. 1-2, 1998. p. 67-73.

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias*: intro-



dução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Editora UFMG, v. 1, 1996. 243 p.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.

WARD, J.V. *Aquatic insect ecology: 1. biology and habitat*. New York: John Wiley & Sons, 1992. 438 p.

WARD, J.V.; STANFORD, J. A. Ecological factors controlling stream zoobenthos with emphasis on thermal modification of regulated streams. In: WARD, J.V. ; STANFORD, J.A. (Ed.). *The ecology of regulated streams*. New York: Plenum Press, 1979. p. 35-55.

WEBER, M. *On law, economy and society*. New York: Simon and Schuster, 1954.

ZISON, S.M.; MILLS, W.B.; DEIMER, D.; CHEN, C.W. *Rates, constants and kinetics formulations in surface water quality modeling*. Athens(Georgia): U.S. Environmental Protection Agency , 1978.





Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

