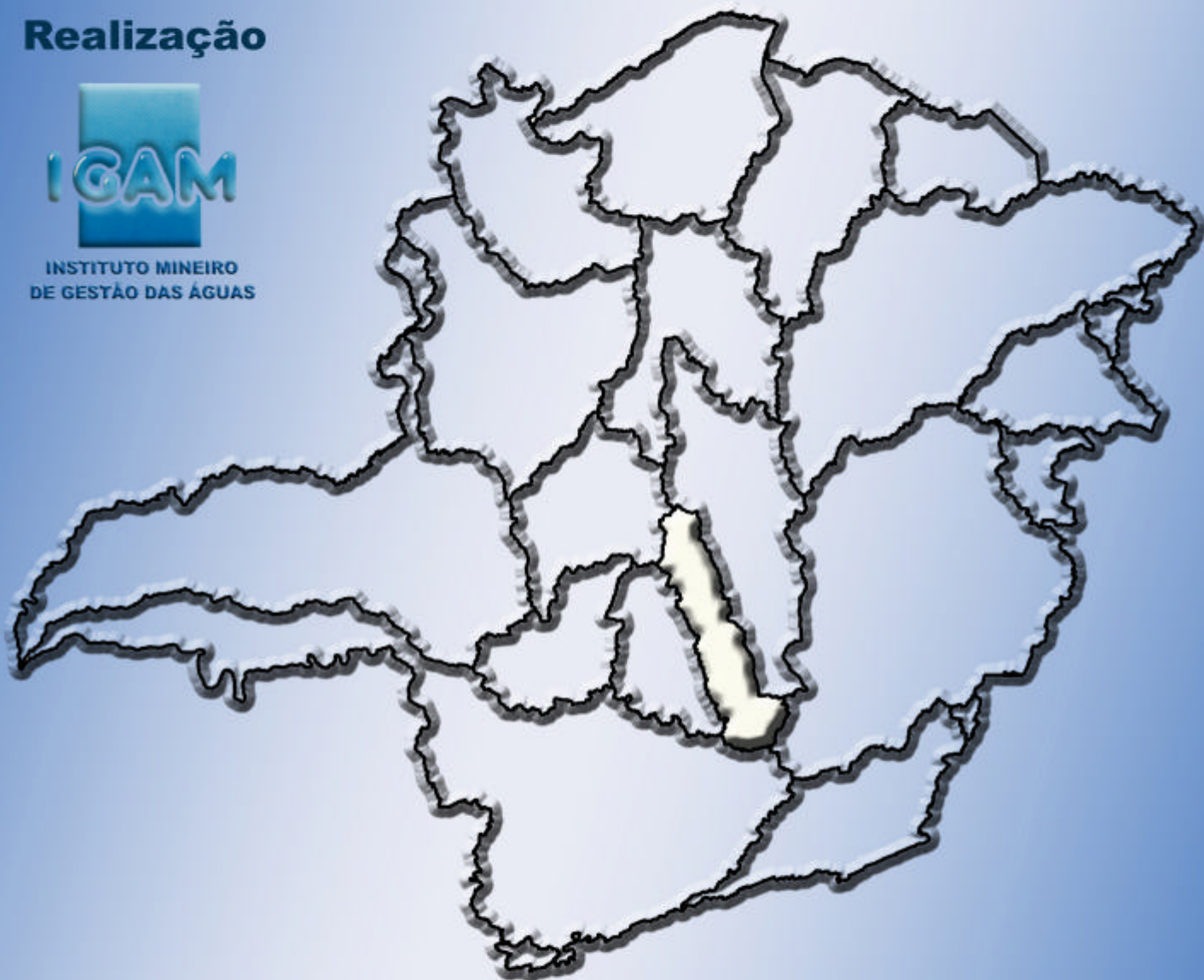


INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Realização



RELATÓRIO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA DO RIO PARAOPEBA EM 2003

Apoio:



BELO HORIZONTE, SETEMBRO DE 2004



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

**RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA
DO RIO SÃO FRANCISCO EM 2003**

SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA

**Projeto: Sistema de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais
do Estado de Minas Gerais – Águas de Minas**

Belo Horizonte
Setembro/2004.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Secretário

José Carlos Carvalho

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretor Geral

Paulo Teodoro de Carvalho

Diretoria de Instrumentalização e Controle

Célia Maria Brandão Fróes

Divisão de Sistema de Informações

Fabrizia Rezende Araújo

Coordenação Projeto Águas de Minas

Zenilde das Graças Guimarães Viola

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

Presidente

Ilmar Bastos Santos

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

Presidente

Caio Nelson Lemos de Carvalho

Diretoria de Desenvolvimento e Serviços Tecnológicos

Silvio Dias Pereira Neto

Setor de Medições Ambientais

José Antônio Cardoso

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

159r

Relatório de monitoramento das águas superficiais na Bacia do Rio São Francisco em 2003: Sub-Bacia do Rio Paraopeba / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. --- Belo Horizonte: IGAM, 2004
197p. : mapas

1. Qualidade da água – Minas Gerais. 2. Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 3. Sub-Bacia Hidrográfica Rio Paraopeba. II. Título

CDU: 556.51(815.1)



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO EM 2003 SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA

**Projeto: Sistema de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais
do Estado de Minas Gerais – Águas de Minas**

Trabalho realizado com recursos do
Governo do Estado de Minas Gerais /
Conselho Estadual de Recursos Hídricos
e Agência Nacional de Águas.

Belo Horizonte
Setembro, 2004



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Equipe Técnica

Andréa Ribeiro Gonçalves da Costa, Bióloga
Estephânia Cristina Foscarini Ferreira, Engenheira Civil Sanitarista
Fábio Sebastião Duarte de Melo, Químico
Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga/
Lilian Lúcia Rocha e Silva, Química
Márcia Cristina Marcelino Romanelli, Engenheira Química
Maria Beatriz Gomes e Souza Dabés, Bióloga
Michel Jeber Hamdan, Geógrafo
Patrícia Sena Coelho, Bióloga
Rômulo Cajueiro de Melo, Biólogo
Zenilde das Graças Guimarães Viola, Química

Apoio

Denise Duarte Carrilho – Diretoria de Instrumentalização e Controle/DIC
Divisão de Regulação e Controle/DvRC
Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais/SIMGE
Associação Profissionalizante do Menor/ASSPROM

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

Equipe Técnica

Alcione Ribeiro de Mattos, Engenheira
Antônio Alves dos Reis, Engenheiro

Apoio

Diretoria de Planejamento, Gestão e Finanças/DIRPLAN
Divisão de Planejamento/DIPLO
Divisão de Documentação e Informação/DIINF
Diretoria de Infra-Estrutura e Monitoramento/DIREM
Divisão de Monitoramento e Geoprocessamento/DIMOG

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

Equipe Técnica

Fábio de Castro Patrício, Biólogo
José Antônio Cardoso, Químico
Olguita Geralda Ferreira Rocha, Química e Bioquímica Farmacêutica
Patrícia Pedrosa Marques, Química
Sávio Gonçalves Rosa, Biólogo

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS..	4
3.PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	9
3.1.Significado Ambiental dos Parâmetros.....	10
3.1.1.Parâmetros Físicos	10
3.1.2.Parâmetros Químicos.....	12
3.1.3.Parâmetros Microbiológicos.....	21
3.1.4.Bioensaios Ecotoxicológicos.....	22
4.INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	24
4.1.Índice de Qualidade das Águas – IQA.....	24
4.2.Contaminação por Tóxicos – CT.....	26
5.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	27
5.1.Rede de Monitoramento.....	27
5.2.Coletas e Análises.....	28
5.2.1.Coletas.....	28
5.2.2.Análises.....	41
5.3.Avaliação Temporal.....	43
5.4.Avaliação Espacial.....	44
5.5.Obtenção dos Dados Hidrológicos.....	44
5.6.Avaliação Ambiental – Pressão x Estado x Resposta.....	47
6.OUTORGA.....	49
6.1.O Que é Outorga de Direito de Uso.....	49
6.2.Modalidades de Outorga.....	49
6.3.A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais.....	50



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

6.4.A Quem Solicitar.....	50
6.5. Como Solicitar a Outorga.....	51
6.6. Quando se Deve Solicitar a Outorga.....	51
6.7. Os Usos de Recursos Hídricos Sujeitos a Outorga.....	51
6.8. Usos que independem da Outorga.....	51
6.9. Procedimento para Solicitação de Outorga.....	52
6.10. Documentação Necessária para a Obtenção da Outorga.....	52
7. MORTANDADE DE PEIXES.....	52
7.1. Histórico.....	52
7.2. Cursos.....	53
7.3. Metodologia.....	53
7.4. Legislação Estadual.....	54
8. SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003.....	56
8.1. IQA - Índice de Qualidade das Águas nas Bacias Hidrográficas.....	57
8.2. CT – Contaminação por Tóxicos nas Bacias Hidrográficas.....	68
8.3. Parâmetros em desacordo com a legislação.....	74
8.3.1. No Estado de Minas Gerais.....	74
8.3.2. Nas Bacias Hidrográficas.....	75
8.4. Ensaios de Toxicidade.....	80
8.5. Mortandade de Peixes.....	83
8.6. A Situação Atual das Outorgas em Minas Gerais.....	85
9. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA.....	89

10. CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2003.....	93
10.1. Rio Paraopeba e seus afluentes.....	93
10.1.1.Rio Paraopeba.....	93
10.1.2.Rio Maranhão.....	100
10.1.3.Rio Camapuã.....	105
10.1.4.Ribeirão Casa Branca e seu afluente.....	107
10.1.4.1.Ribeirão Casa Branca.....	107
10.1.4.2.Ribeirão Catarina.....	107
10.1.5.Ribeirão Sarzedo.....	108
10.1.6.Rio Betim.....	110
10.1.7.Ribeirão Grande.....	115
10.1.8.Ribeirão dos Macacos.....	117
11.AVALIAÇÃO AMBIENTAL	119
11.1.Análise das Violações.....	119
12.AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL - RESPOSTA -.....	127
12.1.Contaminação por Esgoto Sanitário.....	127
12.2.Contaminação por Metais Tóxicos.....	129
13.BIBLIOGRAFIA.....	130

ANEXOS

Anexo A – Municípios com sede na Sub-Bacia do Rio Paraopeba.....	A
Anexo B – Curvas de Qualidade e Equações para Cálculo do Índice de Qualidade das Águas.....	B
Anexo C – Classificação das Coleções de Água.....	C
Anexo D – Tabela de Equação de Transferência e Fator Multiplicador	D
Anexo E – Ocorrência de Mortandade de peixes - 1996 a 2003.....	E
Anexo F – Resultados dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade das Águas em 2003.....	E

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRHs), suas respectivas áreas de drenagem, população e número de estações de amostragem.....	6
Tabela 5.1 - Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas.....	29
Tabela 5.2 - Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias.....	29
Tabela 5.3 - Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.....	30
Tabela 5.4 - Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto "Águas de Minas".....	41
Tabela 5.5 - Pontos de monitoramento com problemas de transferência de vazão.....	46
Tabela 8.1 – Resultados dos testes de ecotoxicidade na primeira e na segunda campanhas de 2003.....	80
Tabela 8.2 – Resultados dos testes de ecotoxicidade na terceira e na quarta campanhas de 2003.....	82
Tabela 8.3 - Vazões outorgadas em Minas Gerais no ano de 2003.....	85
Tabela 8.4 - Porcentagem de uso em Minas Gerais em 2003.....	86
Tabela 8.5 - Número de outorgas em 2003 por bacia.....	87
Tabela 9.1 - Descrição das estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba	90
Tabela 11.1 - Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de violações de classe de enquadramento em toda a sub-bacia do rio Paraopeba no período de 1997a 2003.....	119
Tabela 12.1 - Avaliação do lançamento de esgoto sanitário dos municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que possuem população urbana superior a 50.000 habitantes.....	128



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

LISTA DE FIGURAS

Organograma metodológico para atendimento aos casos de mortandade de peixes.....	55
Figura 8.1: Evolução temporal dos dados de qualidade: Índice de Qualidade da Água – IQA e Contaminação por Tóxicos – CT, no Estado de Minas Gerais.....	56
Figura 8.2: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF5.....	58
Figura 8.3: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem - UPGRH SF3.....	59
Figura 8.4: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH SF2	59
Figura 8.5: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10	60
Figura 8.6: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF1 e SF4	61
Figura 8.7: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs GD1 a GD8	62
Figura 8.8: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs DO1 a DO5	63
Figura 8.9: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PS1 e PS2.....	64
Figura 8.10: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	65
Figura 8.11: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs JQ1 a JQ3	66
Figura 8.12: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem - UPGRH MU1	67
Figura 8.13: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PA1	67
Figura 8.14: Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no estado de Minas Gerais.....	68
Figura 8.15: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF5.....	69
Figura 8.16: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF3.....	69
Figura 8.17: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF2.....	70
Figura 8.18: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF1 e SF4....	70



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Figura 8.19: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.....	70
Figura 8.20: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs GD1 a GD8.....	71
Figura 8.21: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs DO1 a DO5.....	71
Figura 8.22: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs PS1 e PS2.....	72
Figura 8.23: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	72
Figura 8.24: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1	73
Figura 8.25: Frequência da ocorrência de metais fora dos limites estabelecidos na legislação.....	74
Figura 8.26: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação.....	75
Figura 8.27: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF5.....	75
Figura 8.28: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF3.....	76
Figura 8.29: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF2.....	76
Figura 8.30: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF1 e SF4.....	77
Figura 8.31: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10	77
Figura 8.32: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs GD1 a GD8.....	78
Figura 8.33: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs DO1 a DO5.....	78
Figura 8.34: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PS1 e PS2.....	79
Figura 8.35: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	79
Figura 8.36: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1.....	80



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Figura 8.37: Frequência de Ocorrências de mortandade de peixes nas bacias hidrográficas de Minas Gerais em 2003.....	84
Figura 8.38: Número de Ocorrências de mortandade de peixes nas bacias hidrográficas de Minas Gerais em 2003.....	84
Figura 8.39: Evolução das outorgas ano a ano.....	88
Figura 9.1: Evolução Temporal do IQA Médio na sub-bacia do rio Paraopeba	92

LISTA DE MAPAS

Mapa 2.1: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRHs).....	5
Mapa 9.1: Mapa da Qualidade das Águas Superficiais em 2003 da sub-bacia do rio Paraopeba.....	91



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

APRESENTAÇÃO

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), autarquia vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), através do Projeto Águas de Minas, desenvolve esforços permanentes para conhecer a qualidade das águas do Estado, um dos pressupostos do desenvolvimento socioeconômico sustentável.

As informações contidas neste material, no conjunto das complexas questões ambientais, são ferramentas estratégicas para a gestão compartilhada e descentralizada dos recursos hídricos em Minas Gerais, além de ser um dos apoios indispensáveis às decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) e ao gerenciamento correto dos recursos hídricos.

A água, fonte de vida humana, animal e vegetal, não pode ser fabricada em laboratório, nem possui derivados. Para a manutenção da vida, é preciso assegurar água em quantidade e qualidade.

Paulo Teodoro de Carvalho
Diretor Geral do IGAM



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

1. INTRODUÇÃO

A água, recurso natural limitado, constitui bem de domínio público, conforme dispõe a Constituição Federal/88 em seus artigos 20 e 21, e a Lei Nº 9.433/97. Como tal, necessita de instrumentos de gestão a serem aplicados na bacia hidrográfica, unidade territorial fundamental. Tais instrumentos visam a assegurar às atuais e futuras gerações água disponível em qualidade e quantidade adequadas, mediante seu uso racional e prevenindo situações hidrológicas críticas, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

Em Minas Gerais, a Constituição Estadual/89 delinea ações gerais para gerenciamento e proteção dos recursos hídricos mineiros. A Lei 12.584/97 cria o IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas – em substituição ao antigo DRH – Departamento de Recursos Hídricos do estado de Minas Gerais – órgão do Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) ligado ao Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), cuja finalidade é a promoção do gerenciamento das águas de Minas Gerais de acordo com as ações previstas na legislação.

O Projeto "Águas de Minas" vem atender a uma das ações previstas na Lei 12.584, de criação do IGAM, em seu Art. 5º inciso X – proceder à avaliação da rede de monitoramento da qualidade das águas no Estado - e também contribui para a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, que foi instituída pela Lei Nº 13.199/99 fundamentada na Lei Federal Nº 9.433/97.

O monitoramento das águas em Minas Gerais teve seu início em 1977 com a rede de amostragem operada pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, e que visava às bacias do rio das Velhas, rio Paraopeba e rio Paraíba do Sul para o Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM - até o ano de 1988. A FEAM monitorou a bacia hidrográfica do rio Verde de 1987 a 1995 utilizando os serviços do CETEC. A seguir, contratando os serviços da GEOSOL - Geologia e Sondagens – e, posteriormente, do CETEC, monitorou as bacias hidrográficas do rio das Velhas e do rio Paraopeba de 1993 a 1997.

Com o *status* adquirido pela questão hídrica, refletido na promulgação da Lei 9.433/97, e a conseqüente criação de órgãos federais e estaduais dirigidos ao gerenciamento racional das águas, o trabalho de monitoramento foi reforçado pela FEAM, em 1997, desta vez com um monitoramento mais amplo e completo, estendido às oito principais bacias hidrográficas mineiras por meio de convênio com o Ministério do Meio Ambiente - MMA. No final de 1999, o Governo do Estado de Minas Gerais, por intermédio do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, também destinou recursos para o Projeto Águas de Minas, passando o IGAM a integrar a coordenação do mesmo. Em 2002, por estar melhor inserido nas competências da Agenda Azul do que nas da Agenda Marrom, a coordenação geral deste Projeto passou para o IGAM, com participação da FEAM principalmente na elaboração do quadro Pressão-Estado-Resposta, que associa as alterações encontradas na qualidade das águas às diferentes fontes de poluição. Desde então, o IGAM tem sido responsável pela coordenação, operação e divulgação dos resultados do Projeto Águas de Minas.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

O Projeto Águas de Minas, em execução há sete anos, vem permitindo identificar alterações na qualidade das águas do Estado, refletidas em tendências observadas. A operação da rede de monitoramento teve início com a seleção de 222 pontos de amostragem aos quais se foram agregando outros, levando a um total de 244 estações em 2003.

O IGAM pretende, através do Projeto Águas de Minas, atingir os seguintes objetivos:

- Avaliar as condições reais das águas superficiais mineiras por meio de análises *in loco* e em laboratório de amostras coletadas nas estações;
- Verificar as alterações espaciais e temporais na qualidade das águas, tentando ressaltar tendências observáveis;
- Correlacionar essas condições com as características de ocupação das diferentes bacias;
- Fornecer uma medida da eficácia dos sistemas de controle de outros órgãos do Sistema Estadual do Meio Ambiente em relação as atividades potencialmente causadoras de impacto;
- Facilitar a identificação e a implementação de estratégias de aperfeiçoamento de instrumentos gerenciais;
- Definir bacias ou cursos de água onde o detalhamento da macro-rede mostre-se necessário, mediante redes dirigidas;
- Divulgar aos órgãos do judiciário e aos usuários de água o relatório anual de qualidade das águas superficiais.
- Disponibilizar via *Internet* os resultados trimestrais do monitoramento, bem como relatórios e mapas.

Para atingir esses objetivos, foram estabelecidas as análises a serem realizadas nas amostras de água coletadas. Além dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos já usuais são realizados ensaios de toxicidade com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. Desde o ano 2001 também foram inseridos valores de vazão das estações de amostragem, obtidos na sua maioria, pelo método de regionalização. As amostras coletadas nas campanhas completas (período chuvoso e estiagem) foram submetidas à avaliação de cerca de 50 parâmetros. Já as amostras das campanhas intermediárias foram submetidas às análises de 18 parâmetros.

Alguns dos resultados são utilizados no cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) multiplicativo, desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos, e na interpretação da Contaminação por Tóxicos (CT), desenvolvido pela FEAM, tomando por base os limites de classe definidos pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) na Deliberação Normativa N° 10/86.

Os resultados permitem inferir a qualidade das águas dos cursos de água nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) em Minas Gerais, estabelecidas pela DN N° 06/02 do CERH, descritas em seu anexo único. A adoção das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPGRHs, como um dos referenciais de análise deverá, igualmente, permitir a inserção das informações geradas no âmbito do



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

processo de decisão política e administrativa no gerenciamento integrado de recursos hídricos, proporcionando, entre outras informações, um referencial comum entre o Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH.

Para o conjunto de resultados dos principais indicadores de qualidade e quantidade das águas, obtidos ao longo dos seis anos de monitoramento, são apresentadas avaliações em nível sazonal, ao longo do tempo e espacial, com o propósito de apresentar uma interpretação mais detalhada. Além de outras considerações, esta avaliação permite associar a componente quantidade aos indicadores de qualidade, contribuindo dessa forma, para a divulgação das informações de maneira a auxiliar de forma bastante significativa as ações de gestão e de tomada de decisão.

O desenvolvimento dos trabalhos possibilita ao Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais e a aos órgãos vinculados identificarem e implementarem estratégias de aperfeiçoamento de seus instrumentos gerenciais. Destaca-se a importância do Projeto Águas de Minas, que permite aos usuários de água, o acompanhamento do quadro geral sobre a qualidade das águas das principais bacias hidrográficas do Estado, competência da Agenda Azul (IGAM), e para a efetividade das ações de controle das fontes de poluição e degradação ambiental da Agenda Marrom (FEAM).

A caracterização da qualidade das águas, bem como os aspectos de quantidade dos recursos hídricos vêm, ademais, estimulando a integração das ações das agendas ambientais do Estado de Minas Gerais.

É importante ressaltar que o alcance dos objetivos é gradativo e a continuidade do projeto vem proporcionando a interação efetiva entre os órgãos gestores e os usuários, com vistas ao alcance da gestão sustentável dos recursos hídricos.

2. UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (UPGRHs)

A preservação e a utilização racional dos recursos hídricos é um aspecto importante na atualidade, para a resolução de problemas agudos relacionados à questão hídrica, visando ao bem estar de todos e à preservação do meio ambiente.

Em vista da pressão antrópica, principalmente a implantação progressiva de atividades econômicas e o adensamento populacional de forma desordenada, que vêm ocasionando crescentes problemas sobre os recursos hídricos, as instâncias públicas e civis mobilizaram-se para a criação de legislação e políticas específicas, a fim de fundamentar a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos.

Dessa forma, gerou-se uma demanda do CERH ao IGAM no sentido de identificar e definir unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos no Estado, com o objetivo de orientar as ações relacionadas à aplicação da Política Estadual de Recursos Hídricos no âmbito estadual. Os trabalhos culminaram no estabelecimento das UPGRHs na Deliberação Normativa Nº 06/02 expedida pelo CERH.

Nesse contexto, foi necessário selecionar os municípios por UPGRH, tendo-se adotado como princípio que a localização do distrito sede define a inserção do mesmo na Unidade. A única exceção refere-se ao município de Contagem, considerado na UPGRH SF5 (Alto e Médio Cursos do rio das Velhas), embora seu distrito sede esteja localizado na sub-bacia do rio Paraopeba. Tal consideração baseou-se nas características específicas de distribuição da população e atividades econômicas do município, que geram pressões mais representativas na vertente da sub-bacia do rio das Velhas. Para as bacias cujas UPGRHs estão descritas neste volume, a relação dos municípios pertencentes a elas com a sua população urbana e rural são apresentadas no Anexo A.

As UPGRHs, que são unidades físico-territoriais, identificadas dentro das bacias hidrográficas do Estado, apresentam uma identidade regional caracterizada por aspectos físicos, sócio-culturais, econômicos e políticos. Apesar do caráter técnico na concepção dessas unidades, sua definição foi resultado de um consenso entre os vários níveis de decisão relacionados à gestão das águas.

As 34 UPGRHs resultantes desse trabalho, detalhadas na Tabela 2.1 e ilustradas no Mapa 2.1, são adotadas pelo IGAM, pela SEPLAN (Secretaria Estadual de Planejamento e Coordenação Geral) e pela ANA (Agência Nacional das Águas) na gestão dos recursos hídricos em território mineiro.

Mapa 2.1 - Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs)

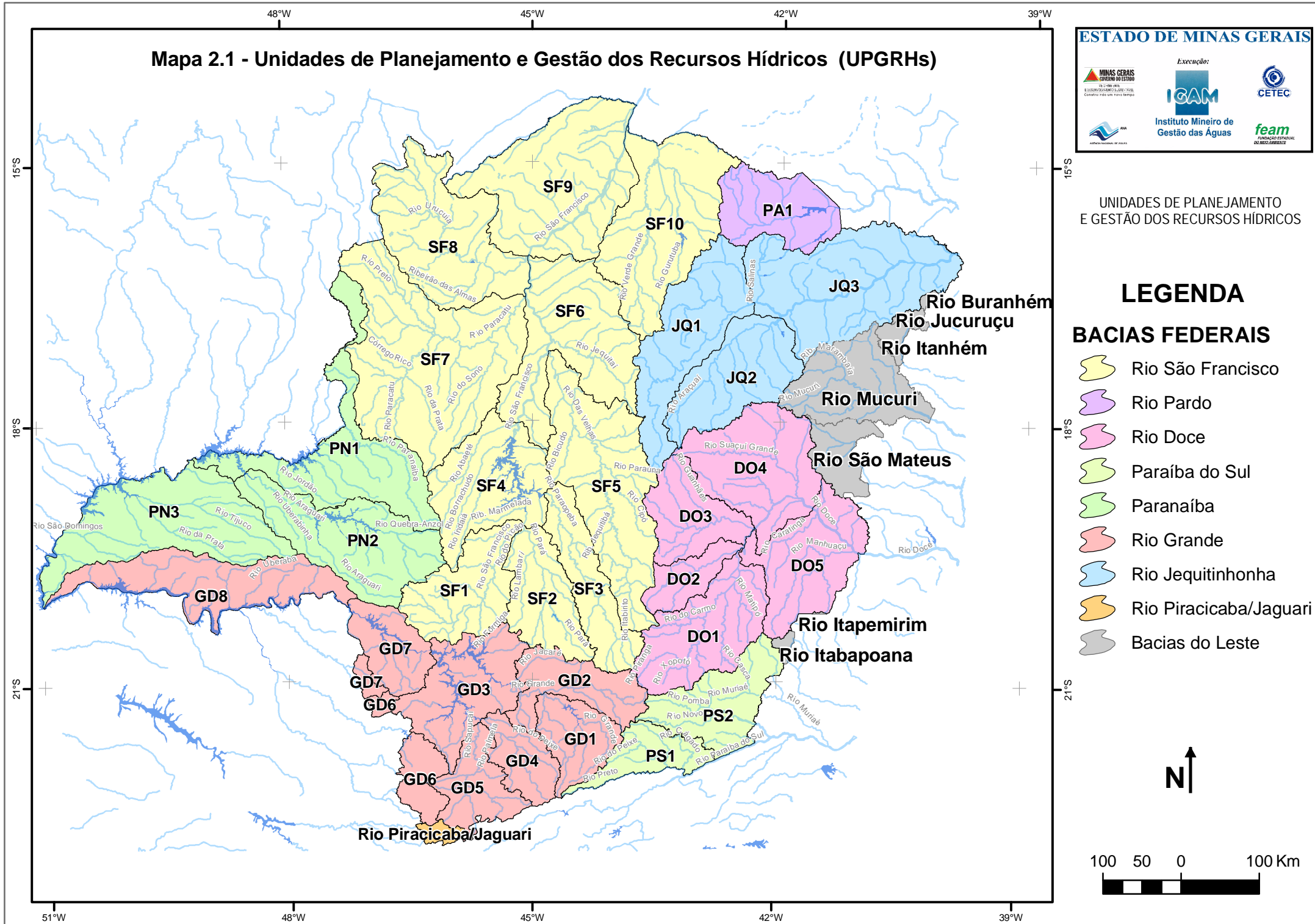
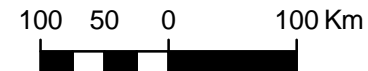


UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

LEGENDA

BACIAS FEDERAIS

- Rio São Francisco
- Rio Pardo
- Rio Doce
- Paraíba do Sul
- Paranaíba
- Rio Grande
- Rio Jequitinhonha
- Rio Piracicaba/Jaguari
- Bacias do Leste



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 2.1: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais, suas respectivas áreas de drenagem, população e número de estações de amostragem.

Bacia		UPGRH	nº	Área Drenada (Km ²)	Municípios com sede	População Total	População Urbana	População Rural	nº Estações de	Densidade (Est/1000Km ²)	
Rio São Francisco (SF)	Sul	SF1 - Nascentes até confluência Rio Pará		14.204	20	214.094	177.685	36.409	7	0,49	
		SF4 - Entorno Represa Três Marias		18.714	15	182.769	154.168	28.601	5	0,27	
		Subtotal Sul	2	32.918	35	396.863	331.853	65.010	12	0,36	
	Norte	SF6 - SF jusante Rio Abaeté até jusante Rio Uruçua		25.129	7	79.594	55.042	24.552	4	0,16	
		SF7 - Bacia Rio Paracatu		41.512	12	256.454	199.856	56.598	7	0,17	
		SF8 - Bacia Rio Uruçua e afluentes esquerdos do SF		25.136	8	79.704	46.754	32.950	3	0,12	
		SF9 - SF jusante confluência Uruçua até montante Carinhanha		31.259	17	235.010	119.783	115.227	4	0,13	
		SF10 - Bacia Rio Verde Grande		27.043	22	641.784	476.054	165.730	7	0,26	
		Subtotal Norte	5	150.079	66	1.292.546	897.489	395.057	25	0,17	
		Pará	SF2 - Bacia do Rio Pará		12.262	27	631.887	547.941	83.946	13	1,06
		Paraop	SF3 - Bacia do Rio Paraopeba		12.092	35	909.486	814.609	94.877	20	1,65
	Velhas	SF5 - Bacia Rio das Velhas até foz no SF		28.092	56	4.307.828	4.121.255	186.573	29	1,03	
		TOTAL SF	10	235.443	219	7.538.610	6.713.147	825.463	99	0,42	
	Rio Paranaíba (PN)	PN1 - Nascentes Rio Paranaíba até jusante Barragem Itumbiara		22.292	18	430.955	361.277	69.678	5	0,22	
PN2 - Bacia Rio Araguari			21.567	13	741.486	696.543	44.943	8	0,37		
PN3 - Baixo curso, de Itumbiara até a foz			26.973	13	211.641	176.801	34.840	5	0,19		
TOTAL PN		3	70.832	44	1.384.082	1.234.621	149.461	18	0,25		

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 2.1: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais, suas respectivas áreas de drenagem, população e número de estações de amostragem.

Bacia	UPGRH	nº	Área Drenada (Km ²)	Municípios com sede	População Total	População Urbana	População Rural	nº Estações de	Densidade (Est/1000Km ²)
Rio Grande (GD)	GD1 - Nascentes Rio Grande até confluência		8.805	21	131.998	93.889	38.109	5	0,57
	Rio das Mortes								
	GD2 - Bacias Rios das Mortes e Jacaré		10.547	30	519.465	440.254	79.211	9	0,85
	GD3 - Entorno Represa de Furnas		16.562	36	670.651	511.408	159.243	1	0,06
	GD4 - Bacia Rio Verde		6.924	23	420.301	352.206	68.095	12	1,73
	GD5 - Bacia Rio Sapucaí		8.882	40	524.504	390.969	133.535	7	0,79
	GD6 - Bacias Rios Pardo e Mogi-Guaçu		5.983	20	378.631	296.219	82.412	1	0,17
	GD7 - Entorno Represa do Peixoto e Ribeirão Sapucaí		9.856	18	294.816	245.288	49.528	3	0,30
	GD8 - Baixo curso Rio Grande jusante		18.785	18	457.099	403.239	53.860	4	0,21
	Reservatório do Peixoto								
TOTAL GD		8	86.344	206	3.397.465	2.733.472	663.993	42	0,49
Rio Doce (DO)	DO1 - Nascentes Rio Piranga até confluência		17.631	63	673.708	413.513	260.195	9	0,51
	Rio Piracicaba								
	DO2 - Bacia Rio Piracicaba		5.707	17	686.401	638.836	47.565	9	1,58
	DO3 - Bacia Rio Santo Antônio e margem esquerda Rio Doce entre Piracicaba e Sto. A.		10.799	23	200.885	117.757	83.128	1	0,09
	DO4 - Bacia Rio Suaçuí-Grande		20.537	46	1.055.941	815.427	240.514	5	0,24
	DO5 - Bacias Rio Caratinga e Manhuaçu		16.794	44	557.708	355.673	202.035	8	0,48
	TOTAL DO		5	71.468	193	3.174.643	2.341.206	833.437	32

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 2.1: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais, suas respectivas áreas de drenagem, população e número de estações de amostragem.

Bacia	UPGRH	nº	Área Drenada (Km ²)	Municípios com sede	População Total	População Urbana	População Rural	nº Estações de	Densidade (Est/1000Km ²)
Rio Jequitinhonha (JQ)	JQ1 - Nascentes até montante Rio Salinas		19.803	10	100.006	61.705	38.301	4	0,20
	JQ2 - Bacia Rio Araçuaí		16.273	21	282.969	120.559	162.410	3	0,18
	JQ3 - Rio Jequitinhonha do Rio Salinas até divisa do Estado		29.775	29	391.139	247.597	143.542	6	0,20
	TOTAL JQ	3	65.851	60	774.114	429.861	344.253	13	0,20
Rio Paraíba do Sul (PS)	PS1 - Bacia do Rio Paraibuna		7.223	22	598.644	551.273	47.371	13	1,80
	PS2 - Bacias Rios Pomba e Muriaé		13.553	58	760.535	601.577	158.958	16	1,18
	TOTAL PS	2	20.776	80	1.359.179	1.152.850	206.329	29	1,40
Rio Pardo (PD)	Toda a Bacia em MG	1	12.763	11	109.349	45.847	63.502	3	0,24
Rio Mucuri (MU)	Toda a Bacia em MG	1	14.859	13	296.845	205.132	91.713	8	0,54
Rio Piracicaba/Jaguari	Toda a Bacia em MG	1	1.161	4	57.794	35.551	22.243	-	-
Bacias do Leste	Bacia Rio Buranhém em MG		325	1	12.144	6.104	6.040	-	-
	Bacia Rio Jucuruçu em MG		712	2	14.276	7.362	6.914	-	-
	Bacia Rio Itanhém em MG		1.519	4	39.853	26.620	13.233	-	-
	Bacia Rio Peruípe em MG		57	-	8.182	6.498	1.684	-	-
	Bacia Rio Itaúnas em MG		23	-	41.619	37.781	3.838	-	-
	Bacia Rio Itapemirim em MG		33	-	19.528	11.218	8.310	-	-
	Bacia Rio Itabapoana em MG		671	4	34.568	18.147	16.421	-	-
	Bacia Rio São Mateus em MG	1	5.682	13	102.815	58.825	43.990	-	-
TOTAL Bacias Leste	1	9.022	24	272.985	172.555	100.430	-	-	
No Estado	TOTAL de UPGRHs Amostradas	33	578.336	826	18.365.066	15.064.242	3.300.824	244	0,42
	TOTAL de UPGRHs	34	588.519	854	18.695.845	15.272.348	3.423.497		

3. PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

A poluição das águas tem como origem diversas fontes, associadas ao tipo de uso e ocupação do solo, dentre as quais destacam-se:

- efluentes domésticos;
- efluentes industriais;
- carga difusa urbana e agrossilvipastoril;
- mineração;
- natural;
- acidental.

Cada uma das fontes citadas acima possui características próprias quanto aos poluentes que carregam. Os esgotos domésticos, por exemplo, apresentam compostos orgânicos biodegradáveis, nutrientes e microrganismos patogênicos. Já para os efluentes industriais há uma maior diversificação nos contaminantes lançados nos corpos d'água, em função dos tipos de matérias-primas e processos industriais utilizados. O deflúvio superficial urbano contém, geralmente, todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Na ocorrência de chuvas, os materiais acumulados em valas, bueiros, etc., são arrastados pelas águas pluviais para os cursos d'água superficiais, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto menos eficiente for a coleta de esgotos ou a limpeza pública.

A poluição agrossilvipastoril é decorrente das atividades ligadas a agricultura, silvicultura e pecuária. Quanto à atividade agrícola, seus efeitos dependem muito das práticas utilizadas em cada região e da época do ano em que se realizam as preparações do terreno para o plantio, assim como, do uso intensivo dos defensivos agrícolas. A contribuição representada pelo material proveniente da erosão de solos intensifica-se quando da ocorrência de chuvas em áreas rurais. Os agrotóxicos com alta solubilidade em água podem contaminar águas subterrâneas e superficiais através do seu transporte com o fluxo de água.

A poluição natural está associada às chuvas e escoamento superficial, salinização, decomposição de vegetais e animais mortos enquanto que a acidental é proveniente de derramamentos acidentais de materiais na linha de produção ou transporte.

De um modo geral, foram adotados parâmetros de monitoramento que permitem caracterizar a qualidade da água e o grau de contaminação dos cursos d'água do Estado de Minas Gerais.

No monitoramento são analisados parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e bioensaios ecotoxicológicos de qualidade de água, levando em conta os mais representativos, os quais são relatados a seguir:

Parâmetros Físicos: temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos dissolvidos, sólidos em suspensão, cor, turbidez;



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Parâmetros Químicos: alcalinidade total, alcalinidade bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), demanda química de oxigênio (DQO), série de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, surfactantes aniônicos, óleos e graxas, cianetos, fenóis, cloretos, ferro, potássio, sódio, sulfetos, magnésio, manganês, alumínio, zinco, bário, cádmio, boro, arsênio, níquel, chumbo, cobre, cromo (III), cromo (VI), selênio, mercúrio;

Parâmetros microbiológicos: coliformes fecais, coliformes totais e estreptococos totais;

Bioensaios Ecotoxicológicos: ensaios de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, inseridos no projeto a partir da terceira campanha de 2001, visando a aprimorar as informações referentes à toxicidade causada pelos lançamentos de substâncias tóxicas nos cursos d'água.

3.1. Significado Ambiental dos Parâmetros

3.1.1. Parâmetros Físicos

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions e pela temperatura. As principais fontes dos sais de origem antropogênica naturalmente contidos nas águas são: descargas industriais de sais, consumo de sal em residências e no comércio, excreções de sais pelo homem e por animais.

A condutância específica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

Cor

A cor é originada de forma natural, a partir da decomposição da matéria orgânica, principalmente dos vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos, além do ferro e manganês. A origem antropogênica surge dos resíduos industriais e esgotos domésticos. Apesar de ser pouco freqüente a relação entre cor acentuada e risco sanitário nas águas coradas, a cloração da água contendo a matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos, dentre eles, os trihalometanos.

Sólidos

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d'água. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas. Os sólidos em suspensão, contidos em uma amostra de água, apresentam, em função do método analítico escolhido, características diferentes e, conseqüentemente, têm designações distintas.

A unidade de medição normal para o teor em sólidos não dissolvidos é o peso dos sólidos filtráveis, expresso em mg/L de matéria seca. Dos sólidos filtrados pode ser determinado o resíduo calcinado (em % de matéria seca), que é considerado uma medida da parcela da matéria mineral. O restante indica, como matéria volátil, a parcela de sólidos orgânicos.

Dentro dos sólidos filtráveis encontram-se, além de uma parcela de sólidos turvos, também os seguintes tipos de sólidos/substâncias não dissolvidos: sólidos flutuantes, que em determinadas condições estão boiando, e são determinados, através de aparelhos adequados, em forma de peso ou volume; sólidos sedimentáveis, que em determinadas condições afundam, sendo seu resultado apresentado como volume (mL/L), mais o tempo de formação; e sólidos não sedimentáveis, que não são sujeitos nem à flotação, nem à sedimentação.

Temperatura

A temperatura da água é um fator que influencia a grande maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na água, assim como outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos. Uma elevada temperatura faz diminuir a solubilidade dos gases como, por exemplo, do oxigênio dissolvido, além de aumentar a taxa de transferência de gases, o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis.

Os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferencial em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo. As variações de temperatura fazem parte do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical.

Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. A alta turbidez reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas.

3.1.2. Parâmetros Químicos

Alcalinidade

É a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos, carbonatos e os hidróxidos. As origens naturais da alcalinidade na água são a dissolução de rochas, as reações do dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera, e a decomposição da matéria orgânica. Além desses, os despejos industriais são responsáveis pela alcalinidade nos cursos d'água. Esta variável deve ser avaliada por ser importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações.

Cianetos (CN)

Os cianetos são os sais do hidrácido cianídrico (ácido prússico, HCN) podendo ocorrer na água em forma de ânion (CN^-) ou de cianeto de hidrogênio (HCN). Em valores neutros de pH prevalece o cianeto de hidrogênio.

Cianetos têm um efeito muito tóxico sobre microorganismos. Uma diferenciação analítica entre cianetos livres e complexos é imprescindível, visto que a toxicidade do cianeto livre é muito maior.

Os cianetos são utilizados na indústria galvânica, no processamento de minérios (lixiviação de cianeto) e na indústria química. São também aplicados em pigmentos e praguicidas. Podem chegar às águas superficiais através dos efluentes das indústrias galvânicas, de têmpera, de coque, de gás e de fundições.

Cloretos

As águas naturais, em menor ou maior escala, contém íons resultantes da dissolução de minerais. Os íons cloretos são advindos da dissolução de sais. Um aumento no teor de cloretos na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (através de excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

É definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas, isto é, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido, em mg/L, que será consumida pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como $\text{DBO}_{5,20}$.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizadas nas estações de tratamento de água.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, orientando o teste da DBO. A análise da DQO é útil para detectar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

Dureza

É a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais freqüentemente associados à dureza são os cátions divalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} . As principais fontes de dureza são a dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, provenientes das rochas calcáreas e dos despejos industriais. A ocorrência de determinadas concentrações de dureza causa um sabor desagradável e pode ter efeitos laxativos. Além disso, causa incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, em função da maior precipitação nas temperaturas elevadas.

Fenóis

Os fenóis são compostos orgânicos oriundos, nos corpos d'água, principalmente dos despejos industriais. 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. O contato com a pele provoca lesões irritativas e após ingestão podem ocorrer lesões cáusticas na boca, faringe, esôfago e estômago, manifestadas por dores intensas, náuseas, vômitos e diarréias, podendo ser fatal. Após absorção, tem ação lesiva sobre o sistema nervoso podendo ocasionar cefaléia, paralisias, tremores, convulsões e coma.

Fósforo Total

O fósforo é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. O aporte antropogênico é oriundo dos despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A presença de fósforo nos corpos d'água desencadeia o desenvolvimento de algas ou de plantas aquáticas indesejáveis,



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

principalmente em reservatórios ou corpos d'água parada, podendo conduzir ao processo de eutrofização.

Nitrogênio Amoniacal (amônia)

É uma substância tóxica não persistente e não cumulativa. Sua concentração, que normalmente é baixa, não causa nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais. Grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes.

A concentração total de Nitrogênio é altamente importante considerando-se os aspectos tópicos do corpo d'água. Em grandes quantidades o Nitrogênio contribui como causa da metemoglobinemia (síndrome do bebê azul).

Nitrogênio Nitrato

É a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Concentrações de nitratos superiores a 5mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois as principais fontes de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado, processo denominado de eutrofização.

Nitrogênio Nitrito

É uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Através da medição do teor de oxigênio dissolvido os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática.

Óleos e Graxas

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água, dentre eles, destacam-se os de refinarias, frigoríficos e indústrias de sabão.

A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento de água.

A presença de óleos e graxas diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo dessa forma, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

Em processos de decomposição, a presença dessas substâncias reduz o oxigênio dissolvido elevando a DBO e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático. Na legislação brasileira não existe limite estabelecido para esse parâmetro, a recomendação é que os óleos e as graxas sejam virtualmente ausentes para as classes 1, 2 e 3.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água podem resultar no desaparecimento dos organismos presentes na mesma. Os valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição de água, ocorrendo, assim, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas.

Sulfetos

Os sulfetos são combinações de metais, não metais, complexos e radicais orgânicos, ou são os sais e ésteres do ácido sulfídrico (H_2S), respectivamente. A maioria dos sulfetos metálicos de uso comercial é de origem vulcânica. Sulfetos metálicos têm importante papel na química analítica para a identificação de metais. Sulfetos inorgânicos encontram aplicações como pigmentos e substâncias luminescentes. Sulfetos orgânicos e disulfetos são amplamente distribuídos nos reinos animal e vegetal. Sulfetos orgânicos são aplicados industrialmente como protetores de radiação e queratolítica.

Os íons de sulfeto presentes na água podem precipitar na forma de sulfetos metálicos em condições anaeróbicas e na presença de determinados íons metálicos.

Surfactantes

As substâncias tensoativas reduzem a tensão superficial da água, pois possuem em sua molécula uma parte solúvel e outra não solúvel na água. A constituição dos detergentes sintéticos tem como princípio ativo o denominado "surfactante" e algumas substâncias denominadas de coadjuvantes, como o fosfato. O principal inconveniente dos detergentes na



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

água se relaciona aos fatores estéticos, devido à formação de espumas em ambientes aeróbios.

Alumínio (Al)

O alumínio é o principal constituinte de um grande número de componentes atmosféricos, particularmente de poeira derivada de solos e partículas originadas da combustão de carvão. Na água, o alumínio é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes.

O alumínio é pouco solúvel em pH entre 5,5 e 6,0, devendo apresentar maiores concentrações em profundidade, onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

Outro aspecto chave da química do alumínio é sua dissolução no solo para neutralizar a entrada de ácidos com as chuvas ácidas. Nesta forma, ele é extremamente tóxico à vegetação e pode ser escoado para os corpos d'água.

A principal via de exposição humana não ocupacional é pela ingestão de alimentos e água. O acúmulo de alumínio no homem tem sido associado ao aumento de casos de demência senil do tipo Alzheimer. Não há indicação de carcinogenicidade para o alumínio.

Arsênio (As)

Devido às suas propriedades semimetálicas, o arsênio é utilizado em metalurgia como um metal aditivo. A adição de cerca de 2% de arsênio ao chumbo permite melhorar a sua esfericidade, enquanto 3% de arsênio numa liga à base de chumbo melhora as propriedades mecânicas e otimiza o seu comportamento à elevadas temperaturas. Pode também ser adicionado em pequenas quantidades às grelhas de chumbo das baterias para aumentar a sua rigidez.

O arsênio, quando muito puro, é utilizado na tecnologia de semicondutores, para preparar arsenieto de gálio. Este composto é utilizado na fabricação de diodos, LEDs, transistores e lasers. O arsenieto de índio é usado em detetores de infravermelho e em aplicações de efeito de Hall.

A toxicidade do arsênio depende do seu estado químico. Enquanto o arsênio metálico e o sulfureto de arsênio são praticamente inertes, o gás AsH_3 é extremamente tóxico. De um modo geral, os compostos de arsênio são perigosos, principalmente devido aos seus efeitos irritantes na pele. A toxicidade destes compostos é principalmente devida à ingestão e não à inalação, embora se deva ter cuidados de ventilação em ambientes industriais que usem compostos de arsênio.

Bário (Ba)

Em geral ocorre nas águas naturais em baixas concentrações, variando de 0,7 a 900 μ g/L. É normalmente utilizado nos processos de produção de pigmentos, fogos de artifício, vidros e praguicidas. A ingestão de bário, em



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

doses superiores às permitidas, pode causar desde um aumento transitório da pressão sangüínea, por vasoconstrição, até sérios efeitos tóxicos sobre o coração.

Boro (B)

O boro é muito reativo de forma que é dificultada a sua ocorrência no estado livre. Contudo, pode-se encontrá-lo combinado em diversos minerais.

O boro, na sua forma combinada de bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) é utilizado desde tempos imemoriais. O bórax é usado como matéria-prima na produção de vidro de borosilicato, resistente ao calor, para usos domésticos e laboratoriais, familiarmente conhecido pela marca registrada Pirex, bem como na preparação de outros compostos de boro.

O boro elementar é duro e quebradiço como o vidro, e, portanto, tem aplicações semelhantes a este. Pode ser adicionado a metais puros, ligas ou outros sólidos, para aumentar a sua resistência plástica, aumentando, assim, a rigidez do material.

O boro elementar não é significativamente tóxico, não podendo ser classificado como veneno; no entanto, quando em pó muito fino, é duro e abrasivo, podendo causar indiretamente problemas de pele, se esta for esfregada depois de estar em contato com ele.

Parecem ser indispensáveis pequenas quantidades de boro para o crescimento das plantas, mas em grandes quantidades é tóxico. O boro acumulado no corpo através da absorção, ingestão ou inalação dos seus compostos, atua sobre o sistema nervoso central, causando hipotensão, vômitos e diarreia e, em casos extremos, coma.

Cádmio (Cd)

O cádmio possui uma grande mobilidade em ambientes aquáticos, é bioacumulativo, isto é, acumula-se em organismos aquáticos podendo, assim entrar na cadeia alimentar, e persistente no ambiente. Está presente em águas doces em concentrações traços, geralmente inferiores a $1 \mu\text{g/L}$. Pode ser liberado para o ambiente através da queima de combustíveis fósseis e também é utilizado na produção de pigmentos, baterias, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes, acessórios fotográficos, praguicidas etc.

É um subproduto da mineração do zinco. O elemento e seus compostos são considerados potencialmente carcinogênicos e podem ser fatores para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, doenças crônicas em idosos e câncer.

Chumbo (Pb)

Em sistemas aquáticos, o comportamento de compostos de chumbo é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. Concentrações de chumbo acima de $0,1\text{mg/L}$ inibem a oxidação bioquímica de substâncias



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

orgânicas, e são prejudiciais para os organismos aquáticos inferiores. Concentrações de chumbo entre 0,2 e 0,5mg/L empobrecem a fauna, e a partir de 0,5mg/L, a nitrificação é inibida na água.

A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes, além da sua utilização como aditivo anti-impacto na gasolina. O chumbo é uma substância tóxica cumulativa. Uma intoxicação crônica por este metal pode levar a uma doença denominada saturnismo, que ocorre, na maioria das vezes, em trabalhadores expostos ocupacionalmente. Outros sintomas de uma exposição crônica ao chumbo, quando o efeito ocorre no sistema nervoso central, são: tontura, irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, entre outros. Quando o efeito ocorre no sistema periférico, o sintoma é a deficiência dos músculos extensores. A toxicidade do chumbo, quando aguda, é caracterizada por sede intensa, sabor metálico, inflamação gastro-intestinal, vômitos e diarreias.

Cobre (Cu)

As fontes de cobre para o meio ambiente incluem corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes, além de precipitação atmosférica de fontes industriais.

As principais fontes industriais são as indústrias de mineração, fundição, refinaria de petróleo e têxtil. No homem, a ingestão de doses excessivamente altas pode acarretar em irritação e corrosão de mucosas, danos capilares generalizados, problemas hepáticos e renais e irritação do sistema nervoso central seguido de depressão.

Cromo (Cr)

O cromo está presente nas águas nas formas tri (III) e hexavalente (VI). Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e, sua carência, causa doenças. Já na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno. Assim sendo, os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente. Os organismos aquáticos inferiores podem ser prejudicados por concentrações de cromo acima de 0,1mg/L, enquanto o crescimento de algas já está sendo inibido no âmbito de concentrações de cromo entre 0,03 e 0,032mg/L.

O cromo, como outros metais, acumula-se nos sedimentos. É comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel e fotografia.

Ferro (Fe)

O ferro aparece, normalmente, da dissolução de compostos do solo e dos despejos industriais. O ferro, em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo, em grandes quantidades, se tornar



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

nocivo, dando sabor e cor desagradáveis à água, além de elevar a dureza, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial.

Magnésio (Mg)

O magnésio é um elemento essencial para a vida animal e vegetal. A atividade fotossintética da maior parte das plantas é baseada na absorção da energia da luz solar, para transformar água e dióxido de carbono em hidratos de carbono e oxigênio. Esta reação só é possível devido à presença de clorofila, cujos pigmentos contêm um composto rico em magnésio.

A falta de magnésio no corpo humano, pode provocar diarreia ou vômitos bem como hiperirritabilidade ou uma ligeira calcificação nos tecidos. O excesso de magnésio é prontamente eliminado pelo corpo.

Entre outras aplicações dos seus compostos, salienta-se a utilização do óxido de magnésio na fabricação de materiais refratários e nas indústrias de borracha, fertilizantes e plásticos, o uso do hidróxido em medicina como antiácido e laxante, do carbonato básico como material isolante em caldeiras e tubagens e ainda nas indústrias de cosméticos e farmacêutica. Por último, os sulfatos (sais de Epsom) são usados como laxantes, fertilizantes para solos empobrecidos em magnésio e ainda nas indústrias têxteis e papelreira; e o cloreto é usado na obtenção do metal, na indústria têxtil e na fabricação de colas e cimentos especiais.

As aplicações do metal são múltiplas, como a construção mecânica, sobretudo nas indústrias aeronáutica e automobilística, quer como metal puro, quer sob a forma de ligas com alumínio e zinco, ou com metais menos frequentes, como o zircônio, o tório, os lantanídeos e outros.

Manganês (Mn)

É utilizado na fabricação de ligas metálicas e baterias, e, na indústria química, em tintas, vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros. Sua presença, em quantidades excessivas, é indesejável em mananciais de abastecimento público devido ao seu efeito no sabor, no tingimento de instalações sanitárias, no aparecimento de manchas nas roupas lavadas e no acúmulo de depósitos em sistemas de distribuição. A água potável contaminada com manganês pode causar a doença denominada manganismo, com sintomas similares aos vistos em mineradores de manganês ou trabalhadores de plantas de aço.

Mercúrio (Hg)

Entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático destacam-se as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, fabricação de certos produtos odontológicos e farmacêuticos, indústrias de tintas, dentre outras.

O mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de uma concentração de apenas 18µg/L. Este pode ser adsorvido em sedimentos e



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

em sólidos em suspensão. O metabolismo microbiano é perturbado pelo mercúrio através de inibição enzimática. Alguns microrganismos são capazes de metilar compostos inorgânicos de mercúrio, aumentando assim sua toxicidade.

O peixe é um dos maiores contribuintes para a carga de mercúrio no corpo humano, sendo que o mercúrio mostra-se mais tóxico na forma de compostos organometálicos. A intoxicação aguda pelo mercúrio, no homem, é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte. A intoxicação crônica afeta glândulas salivares, rins e altera as funções psicológicas e psicomotoras.

Níquel (Ni)

A maior contribuição para o meio ambiente, através da atividade humana, é a queima de combustíveis fósseis. Além disso, as principais fontes são as atividades de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição e, as fontes secundárias como a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis e afetar nervos cardíacos e respiratórios. O níquel acumula-se no sedimento, em musgos e plantas aquáticas superiores.

Potássio (K)

O potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, já que rochas que contêm potássio são relativamente resistentes às ações do tempo. Entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura, entrando nas águas doces com descargas industriais e lixiviação das terras agrícolas. O potássio é usualmente encontrado na forma iônica, e os sais são altamente solúveis.

Selênio (Se)

É um elemento raro que tem a particularidade de possuir um odor pronunciado bastante desagradável e que ocorre no estado nativo juntamente com o enxofre ou sob a forma de selenietos em certos minerais.

As principais fontes de selênio são, todavia, os minérios de cobre, dos quais o selênio é recuperado como subproduto nos processos de refinação eletrolítica. Os maiores produtores mundiais são os Estados Unidos, o Canadá, a Suécia, a Bélgica, o Japão e o Peru.

O selênio e os seus compostos encontram largo uso nos processos de reprodução xerográfica, na indústria vidreira (selenieto de cádmio, para produzir cor vermelho-rubi), como desgaseificante na indústria metalúrgica, como agente de vulcanização, como oxidante em certas reações e como catalisador.

O selênio elementar é relativamente pouco tóxico. No entanto, alguns dos seus compostos são extremamente perigosos. A exposição aos vapores que contenham selênio pode provocar irritações dos olhos, nariz e garganta. A



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

inalação desses vapores pode ser muito perigosa devido à sua elevada toxicidade.

Sódio (Na)

O sódio pode provir, principalmente, de esgotos, fertilizantes, indústrias de papel e celulose. É comumente medido onde a água é utilizada para beber ou para agricultura, particularmente na irrigação.

Zinco (Zn)

O zinco é oriundo de processos naturais e antropogênicos, dentre os quais se destacam a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, siderurgias, cimento, concreto, cal e gesso, indústrias têxteis, termoelétricas e produção de vapor, além dos efluentes domésticos. Alguns compostos orgânicos de zinco são aplicados como pesticidas. O zinco, por ser um elemento essencial para o ser humano, só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, levando a perturbações do trato gastrointestinal.

3.1.3. Parâmetros Microbiológicos

Coliformes Totais

O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente.

Coliformes Fecais

Segundo a Portaria 36 do Ministério da Saúde, os coliformes são definidos como todos os bacilos gram-negativos, aeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes) com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de aldeído e gás a 35°C, em 24-48 horas.

As bactérias do grupo coliforme são uns dos principais indicadores de contaminações fecais, originadas do trato intestinal humano e outros animais. Essas bactérias reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicativo da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera.

Estreptococos Fecais

Os estreptococos fecais incluem várias espécies ou variedades de estreptococos, tendo no intestino de seres humanos e outros animais de sangue quente o seu habitat usual. A ocorrência dessas bactérias pode indicar a presença de organismos patogênicos na água. Essas bactérias não conseguem se multiplicar em águas poluídas, sendo sua presença indicativa de contaminação fecal recente.

A partir de relações conhecidas entre os resultados de coliformes fecais e estreptococos fecais pode-se ter uma indicação se o material fecal presente na água é de origem humana ou animal. A relação menor que um (1) indica que os despejos são preponderantemente provenientes de animais domésticos, enquanto que, para despejos humanos, apresenta-se maior que quatro (4). Quando a relação se encontra na faixa entre os dois valores, a interpretação se torna duvidosa. Contudo, há algumas restrições para a interpretação sugerida:

- o pH da água deve se encontrar entre 4 e 9, para excluir qualquer efeito adverso do mesmo em ambos os grupos de organismo;
- devem ser feitas no mínimo duas contagens em cada amostra;
- para minimizar erros devidos a diferentes taxas de morte das bactérias, as amostras devem ser coletadas a no máximo 24 horas de fluxo a jusante da fonte geradora;
- somente devem ser empregadas contagens de coliformes fecais obtidas a 44°C.

3.1.4. Bioensaios Ecotoxicológicos

Ensaio de Toxicidade Crônica

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

Os ensaios de toxicidade consistem na determinação do potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura complexa, sendo os efeitos desses poluentes detectados através da resposta de organismos vivos.

No ensaio de toxicidade crônica o organismo aquático utilizado é o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. São utilizadas as denominações Agudo, Crônico e Não Tóxico, para eventuais descrições dos efeitos deletérios sobre os organismos aquáticos. O efeito agudo é caracterizado por uma resposta



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

severa e rápida a um estímulo, a qual se manifesta nos organismos aquáticos em tempos relativamente curtos (0 a 96 horas), sendo o efeito morte o mais observado. O efeito crônico caracteriza-se pela resposta a um estímulo que continua por longos períodos de exposição do organismo ao poluente (1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo), que pode ser expressa através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas e de reprodução, etc.

Quando da ocorrência de eventos caracterizando efeito agudo ou crônico nas amostras de água coletadas, pode-se considerar que os respectivos corpos de água que estão sendo avaliados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática.

4. INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

No intuito de traduzir de forma concisa e objetiva, para as autoridades e o público, a influência que as atividades ligadas aos processos de desenvolvimento provocam na dinâmica ambiental dos ecossistemas aquáticos, foram criados os indicadores de qualidade de águas.

O Projeto “Águas de Minas” adota o IQA – Índice de Qualidade das Águas – e a CT – Contaminação por Tóxicos como indicadores para refletir a situação ambiental dos corpos hídricos nas UPGRHs de Minas Gerais de maneira acessível aos não técnicos.

O IQA, por reunir em um único resultado os valores de nove diferentes parâmetros, oferece ao mesmo tempo vantagens e limitações. A vantagem reside no fato de sumarizar a interpretação de nove variáveis em um único número, facilitando a compreensão da situação para o público leigo. A limitação relaciona-se à perda na interpretação das variáveis individuais e da relação destas com as demais. Soma-se a isto o fato de que este índice foi desenvolvido visando avaliar o impacto dos esgotos domésticos nas águas utilizadas para abastecimento público, não representando efeitos originários de outras fontes poluentes.

Como uma forma de minimizar a parcialidade do IQA, foi adotada em Minas Gerais a CT – Contaminação por Tóxicos, de maneira a complementar as informações do IQA, conferindo importância a outros fatores que afetam usos diversos da água. Os valores limites em relação a 13 parâmetros para contaminantes de origem industrial, minerária e difusa são os definidos na Deliberação Normativa N° 10/86 do COPAM.

4.1. Índice de Qualidade das Águas - IQA

O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, quando cada técnico selecionou, a seu critério, os parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série de parâmetros especificados.

O tratamento dos dados da mencionada pesquisa definiu um conjunto de nove (9) parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, conforme apresentado abaixo, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Parâmetro	Peso - w_i
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100mL)	0,15
PH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,10
Fosfatos (mg/L PO ₄)	0,10
Variação na temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

No Projeto “Águas de Minas”, os resultados laboratoriais gerados, alguns deles utilizados no cálculo do IQA, são armazenados em um banco de dados em Access, que também efetua comparações entre os valores obtidos.

As metodologias para o cálculo do IQA consideram duas formulações, uma aditiva e outra multiplicativa. Neste trabalho, adota-se o IQA multiplicativo, que é calculado pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

As curvas médias de qualidade de cada parâmetro que são utilizadas para o Projeto Águas de Minas estão apresentadas no Anexo B, bem como as respectivas equações que são utilizadas no programa de cálculo do IQA.

Para o cálculo do IQA é utilizado um software desenvolvido pelo CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme especificado a seguir:

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

4.2. Contaminação por Tóxicos - CT

Em função das concentrações observadas dos parâmetros tóxicos, amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo hexavalente, índice de fenóis, mercúrio, nitritos, nitratos e zinco, a contaminação por tóxicos é caracterizada como Baixa, Média ou Alta. Compara-se os valores analisados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos cursos de água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM na Deliberação Normativa N° 10/86. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de concentrações iguais ou inferiores a 20% dos limites de classe de enquadramento do trecho do curso de água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração entre 20% e 100% dos limites mencionados, enquanto que a contaminação Alta refere-se às concentrações superiores a 100% dos limites. A pior situação identificada no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do período em consideração. Portanto, se apenas um dos parâmetros tóxicos em uma dada estação de amostragem mostrar-se com valor acima de 100%, isto é, o dobro da sua concentração limite na DN COPAM 10/86, em pelo menos uma das campanhas do ano, a contaminação por tóxicos da água naquela estação de amostragem será considerada alta no ano em análise.

Contaminação	Concentração em relação à classe de enquadramento
Baixa	concentração $\leq 1,2.P$
Média	$1,2. P < \text{concentração} \leq 2.P$
Alta	concentração $> 2.P$

P = Limite de classe definido na Deliberação Normativa COPAM N° 10/86

A partir dos resultados do IQA e da CT de cada estação de amostragem, foi produzido o mapa “Qualidade das Águas Superficiais em 2003 no Estado de Minas Gerais”. O nível de qualidade é apresentado com a cor do valor resultante da média aritmética anual dos valores de IQA das quatro campanhas de amostragem, no trecho de curso de água situado a montante da estação em referência. A contaminação por tóxicos baseia-se no conjunto total de resultados avaliados para cada estação de amostragem, sendo representada no próprio ponto com a cor representativa da pior condição observada na estação no ano em referência. O mapa foi gerado a partir de bases cartográficas em escalas 1:100.000 e 1:50.000, digitalizadas no contexto do projeto GeoMINAS, cartas topográficas do IBGE utilizando-se o software ArcView.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados norteiam-se pelos objetivos principais estabelecidos para os trabalhos de monitoramento da qualidade das águas, que são:

- Diagnóstico – conhecer e avaliar as condições de qualidade das águas;
- Divulgação – divulgar a situação de qualidade das águas para os usuários;
- Planejamento – fornecer subsídios para o planejamento da gestão dos recursos hídricos em geral, verificar a efetividade das ações de controle ambiental implementadas e propor prioridades de atuação.

Assim, primeiramente descreve-se a rede de monitoramento de 244 estações de amostragem distribuídas em 33 UPGRHs das 8 bacias principais de Minas Gerais. A seguir, detalha-se os dois tipos de campanhas anuais de coleta e o conjunto de análises executadas para as amostras. O próximo item indica a metodologia analítica dos ensaios feitos para os parâmetros medidos no Projeto “Águas de Minas”.

A partir daí descreve-se a avaliação temporal e a avaliação espacial dos resultados, a obtenção dos dados hidrológicos, bem como a avaliação ambiental e as ações de controle ambiental propostas para cada bacia.

5.1. Rede de Monitoramento

A rede de monitoramento consiste de 244 estações de amostragem que abrangem as oito maiores bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais cobrindo 578.336 Km², o que representa 98% de sua área total.

Na definição dos locais de coleta, buscou-se identificar áreas que caracterizassem as condições naturais das águas de cada bacia hidrográfica e as principais interferências antrópicas, especialmente relacionadas à ocupação urbana e às atividades industriais e minerárias, além da agropecuária e silvicultura. Além disso, foram consideradas redes de qualidade de água anteriormente operadas em Minas Gerais e dados dos processos de licenciamento ambiental da FEAM/COPAM.

A localização dos pontos de coleta, efetuada em escritório, foi validada ou remanejada em levantamentos de campo, quando foram efetuados os georreferenciamentos utilizando-se mapas e GPS (Global Position System), o registro fotográfico dos pontos e a otimização dos roteiros das campanhas de coleta. As descrições dos pontos de coleta da UPGRH caracterizada neste relatório encontram-se no Item 9.

A rede em operação (macro-rede) foi adequada ao longo da execução dos trabalhos, adotando-se como referência a experiência desenvolvida pelos países membros da União Européia. Assim sendo, estabeleceu-se como meta a razão de uma estação de monitoramento por 1.000km², que é a densidade média adotada nos mencionados países.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Considerando-se os níveis de densidade populacional e infra-estrutura industrial, a rede em operação no Estado possui uma representatividade superior àquela empregada pela União Européia. Contudo, trata-se de uma macro-rede de monitoramento, permanecendo com abrangência regional para caracterização da qualidade de água. Nessa configuração, o número de pontos de coleta por bacia e sub-bacia contemplada, com as respectivas densidades, pode ser observado na Tabela 2.1.

A densidade de pontos é superior a uma estação/1.000km² nas seguintes UPGRHs: SF2, sub-bacia do rio Pará, SF3, sub-bacia do rio Paraopeba e SF5, sub-bacia do rio das Velhas; na GD4, sub-bacia do rio Verde; na DO2, sub-bacia do rio Piracicaba; e na PS1, sub-bacia do rio Paraibuna e PS2, sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé. Nessas regiões, são dominantes as pressões ambientais decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura, exigindo portanto, uma caracterização mais particularizada da qualidade das águas e, dessa forma, devendo-se dar início a redes mais específicas denominadas redes dirigidas.

5.2. Coletas e Análises

As amostragens e análises são contratadas junto à Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, órgão vinculado à Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, sendo realizadas a cada trimestre, com um total anual de 4 campanhas de amostragem por estação. As amostras coletadas são do tipo simples, de superfície, tomadas preferencialmente na calha principal do curso de água, tendo em vista que a grande maioria dos pontos de coleta localizam-se em pontes.

5.2.1. Coletas

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

Nas campanhas completas é realizada uma extensa série de análises, englobando, em média, 50 parâmetros, comuns ao conjunto de pontos de amostragem, conforme apresentado na Tabela 5.1.

Nas campanhas intermediárias são analisados 18 parâmetros genéricos em todos os locais, como mostra a Tabela 5.2. Para as regiões onde a pressão de atividades industriais e minerárias é mais expressiva, como é o caso das sub-bacias dos rios das Velhas, Paraopeba, Pará, Verde e trechos das bacias dos rios Paraíba do Sul, Doce, Grande e São Francisco, também são incluídos parâmetros característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta, conforme a Tabela 5.3.

Tabela 5.1: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas.
Parâmetros comuns a todos os pontos

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

Tabela 5.2: Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias.

Amônia	Nitrogênio Orgânico
Cloretos	Oxigênio Dissolvido
Coliformes Fecais	pH "in loco"
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos Dissolvidos Totais
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Sólidos em Suspensão
Demanda Química de Oxigênio	Sólidos Totais
Fosfato Total	Temperatura da Água
Nitrato	Temperatura do Ar
Nitrito	Turbidez



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO	
UPGRHs SF1 e SF4: Rio São Francisco Sul	
SF001	Cromo(III), Índice de fenóis
SF003	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF002	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF004	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF005	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF006	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF007	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF009	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Surfactantes aniônicos
SF011	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
SF013	Cádmio, Cianeto, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF015	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF017	Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
UPGRH SF2: Rio Pará	
PA001	Chumbo, Cor, Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Surfactantes aniônicos
PA002	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA003	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA004	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO	
UPGRH SF2: Rio Pará	
PA005	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA007	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA009	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA010	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA011	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA013	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA015	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA017	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA019	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
UPGRH SF3: Rio Paraopeba	
BP079	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP084	Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Selênio, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP080	Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Selênio, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP026	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP027	Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Selênio, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP029	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP036	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP068	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO	
UPGRH SF3: Rio Paraopeba	
BP070	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP086	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP088	Cádmio, Cianeto, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP071	Cianeto, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP072	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP090	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Surfactantes aniônicos
BP082	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Surfactantes aniônicos
BP076	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BP083	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BP078	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
UPGRH SF5: Rio das Velhas	
BV013	Chumbo, Ferro solúvel, Manganês, Sulfetos
BV035	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cor, Cromo(III), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BV037	Arsênio, Cádmio, Cianeto, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BV139	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BV062	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco.
BV063	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Zinco
BV067	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos
BV076	Boro, Ferro, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BV083	Cádmio, Chumbo, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV105	Chumbo, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV130	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO	
UPGRH SF5: Rio das Velhas	
BV135	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV137	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV140	Chumbo, Índice de fenóis, Manganês
BV141	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
BV142	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV143	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV146	Arsênio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV147	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BV148	Arsênio, Chumbo, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV149	Arsênio, Chumbo, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV152	Arsênio, Ferro, Índice de fenóis, Manganês
BV153	Arsênio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV154	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos
BV155	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV156	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
BV160	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV161	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
BV162	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10: Rio São Francisco Norte	
SF019	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF021	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF023	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF025	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF027	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO	
UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10: Rio São Francisco Norte	
SF029	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF031	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF033	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PT003	Cádmio, Cianeto, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis
PT001	Chumbo, Cianeto, Índice de fenóis, Manganês
PT005	Cádmio, Índice de fenóis
PT007	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
PT009	Cádmio, Cor, Índice de fenóis, Manganês
PT011	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
PT013	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês
UR001	Cádmio, Índice de fenóis, Manganês
UR007	Cádmio, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis
UR009	Cádmio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Níquel
VG001	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
VG003	Cádmio, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
VG004	Cádmio, Índice de fenóis, Manganês
VG005	Cádmio, Índice de fenóis, Manganês
VG007	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
VG009	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
VG011	Cádmio, Índice de fenóis, Zinco
BACIA DO RIO GRANDE	
UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8	
BG001	Cádmio, Chumbo, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio
BG003	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BG005	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BG007	Cádmio, Chumbo, Índice de fenóis, Níquel
BG009	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BG011	Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BG012	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG010	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG013	Ferro solúvel, Manganês



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO GRANDE	
UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8	
BG014	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG015	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Manganês, Níquel
BG017	Chumbo, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BG019	Cádmio, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês
BG021	Cádmio, Chumbo, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
BG023	Chumbo, Cobre, Cor, Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Zinco
BG025	Cobre, Índice de fenóis
BG027	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG028	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG029	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG030	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BG031	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Índice de fenóis, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco, Ferro solúvel, Manganês, Mercúrio, Níquel
BG032	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG034	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG033	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco, Ferro solúvel, Manganês
BG035	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG036	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO GRANDE	
UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8	
BG037	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG039	Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BG041	Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
BG043	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Zinco
BG044	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio
BG045	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BG047	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BG049	Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
BG051	Cobre, Índice de fenóis
BG053	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Zinco
BG055	Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BG057	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Zinco
BG058	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG059	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Zinco
BG061	Cádmio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis
BG063	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Surfactantes aniônicos
BACIA DO RIO PARANAIBA	
UPGRHs PN1, PN2, PN3	
PB001	Cádmio, Cianeto, Cobre, Índice de fenóis
PB003	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
PB005	Cádmio, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês
PB007	Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês
PB009	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
PB011	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Manganês
PB013	Cádmio, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis
PB015	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel
PB017	Cádmio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO PARANAIBA	
UPGRHs PN1, PN2, PN3	
PB019	Cádmio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês
PB021	Cádmio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês
PB022	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês.
PB023	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis
PB025	Cádmio, Cianeto, Cobre, Índice de fenóis
PB027	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Zinco
PB029	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
PB031	Cádmio, Cobre, Índice de fenóis
PB033	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel
BACIA DO RIO DOCE	
UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5	
RD001	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
RD004	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis
RD007	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
RD013	Cobre, Índice de fenóis
RD009	Cobre
RD019	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
RD018	Cobre, Índice de fenóis, Manganês
RD021	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis
RD023	Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Sulfetos
RD025	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
RD026	Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
RD027	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
RD029	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
RD030	Cobre, Níquel
RD032	Cobre, Ferro solúvel, Manganês
RD031	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
RD034	Cobre



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO DOCE	
UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5	
RD035	Cobre
RD033	Cobre, Índice de fenóis, Manganês
RD039	Cobre, Índice de fenóis, Manganês
RD040	Cobre
RD044	Cobre
RD045	Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Sulfetos
RD049	Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD053	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Sulfetos
RD056	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD057	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD058	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD059	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD064	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD065	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Sulfetos
RD067	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL	
UPGRHs PS1 e PS2	
BS060	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS002	Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio
BS006	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS083	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS017	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS018	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS085	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS061	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Selênio
BS024	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS028	Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL	
UPGRHs PS1 e PS2	
BS029	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS031	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Óleos e Graxas, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS032	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS075	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS033	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS077	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS071	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BS042	Chumbo, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
BS043	Chumbo, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
BS073	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Selênio
BS046	Chumbo, Cianeto, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos
BS049	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS050	Alumínio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Níquel, Surfactantes aniônicos
BS054	Alumínio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Surfactantes aniônicos
BS059	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos
BS081	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS058	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS057	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos
BS056	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 5.3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.

(Continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
BACIA DO RIO JEQUITINHONHA	
UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3	
JE001	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
JE003	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
JE005	Cádmio, Cobre, Cor, Manganês, Zinco
JE007	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
JE009	Cobre, Cor, Ferro solúvel, Manganês, Níquel
JE011	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
JE013	Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
JE015	Cobre, Cor, Ferro solúvel, Manganês, Níquel
JE017	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Manganês, Níquel
JE019	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
JE021	Cádmio, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Zinco
JE023	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
JE025	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
BACIA DO RIO MUCURI	
UPGRHs MU1	
MU001	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
MU003	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
MU005	Cianeto, Cor, Índice de fenóis, Manganês
MU006	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
MU007	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
MU009	Chumbo, Cor, Ferro solúvel, Manganês
MU011	Cor, Índice de fenóis, Manganês, Sólidos dissolvidos totais
MU013	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BACIA DO RIO PARDO	
UPGRHs PA1	
PD001	Chumbo, Cobre, Ferro solúvel
PD003	Cor, Ferro solúvel
PD005	Ferro solúvel, Índice de fenóis

5.2.2. Análises

Na Tabela 5.4 são apresentadas as metodologias das variáveis avaliadas no monitoramento do Projeto "Águas de Minas".

Tabela 5.4: Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto "Águas de Minas".

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Alcalinidade bicarbonato	potenciometria	APHA 2320 B
Alcalinidade total	potenciometria	APHA 2320 B
Alumínio total	espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Arsênio total	espectrometria de AA - gerador de hidretos	APHA 3114 B
Bário total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Boro total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Cádmio total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Cálcio total	titulometria	APHA 3500-Ca D
Chumbo total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Cianeto total	titulometria	APHA 4500-CN F
Cloreto	colorimetria	USGS- I -1187 78
Cobre total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Coliformes fecais	tubos múltiplos	APHA 9221 E
Coliformes totais	tubos múltiplos	APHA 9221 B
Condutividade elétrica	condutimetria	APHA 2510 B
Cor real	colorimetria	APHA 2120 B
Cromo hexavalente	colorimetria	APHA 3500-Cr D
Cromo total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
DBO	Winkler/incubação	ABNT NBR 12614/1992
DQO	titulometria	ABNT NBR 10357/1988
Dureza de cálcio	titulometria	APHA 3500-Ca D
Dureza de magnésio	titulometria	APHA 3500-Mg E
Estreptococos	tubos múltiplos	APHA 9230 B
Ferro solúvel	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Fósforo	colorimetria	APHA 4500-P C
Índice de fenóis	colorimetria	ABNT NBR 10740/1989
Magnésio total	titulometria	APHA 3500-Mg E
Manganês total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Mercúrio total	espectrometria de AA - vapor frio	APHA 3112 B
Níquel total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B

*AA=absorção atômica

Tabela 5.4: Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto "Águas de Minas".

(Continuação)

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Manganês total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Mercúrio total	espectrometria de AA - vapor frio	APHA 3112 B
Níquel total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Nitrogênio amoniacal	colorimetria	ABNT NBR 10560/1988
Nitrogênio nítrico	colorimetria	APHA 4500-NO ³⁻ E
Nitrogênio nitroso	colorimetria	ABNT NBR 12619
Nitrogênio orgânico	colorimetria	APHA 4500-N _{org} B
Óleos e graxas	gravimetria	APHA 5520 B
Oxigênio dissolvido	titulometria	ABNT NBR 10559/1988
PH	potenciometria	APHA 5520 B
Potássio total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Selênio total	espectrometria de AA - gerador de hidretos	APHA 3114 B
Sódio total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Sólidos dissolvidos totais	gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Sólidos em suspensão	gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Sólidos totais	gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Sulfatos	turbidimetria	APHA 4500-SO ₄ ²⁻ E
Sulfetos	titulometria	APHA 4500-S ²⁻ E
Surfactantes aniônicos	colorimetria	ABNT NBR 10738/1989
Temperatura da água/ar	termometria	APHA 2550 B
Toxicidade crônica	ensaio com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	ABNT NBR 13373
Turbidez	turbidimetria	APHA 2130 B
Zinco total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B

*AA=absorção atômica

5.3. Avaliação Temporal

Um importante aspecto na avaliação da qualidade da água em um corpo hídrico é acompanhar a sua tendência de evolução no tempo possibilitando, dessa forma, a identificação de medidas preventivas bem como a eficiência de algumas medidas adotadas.

O acompanhamento da evolução temporal da qualidade das águas pode ser traduzido dentro de rigorosas hipóteses estatísticas. Entretanto, o período de monitoramento relativamente curto das águas do Estado dificulta, no momento, a aplicação de modelos auto-regressivos que utilizam testes de hipótese para indicar uma tendência na evolução do índice de qualidade das águas utilizado.

A análise por ora empreendida resume-se a uma avaliação visual de gráficos que tratam da evolução do IQA desde 1997 até 2003, tentando descrever a evolução da qualidade das águas nos diferentes corpos de água do estado de Minas Gerais sem, contudo, saber se o aumento ou diminuição do Índice de Qualidade das Águas em uma determinada bacia é estatisticamente significativa ou se tal diferença não é devida simplesmente a variações amostrais.

Além disso, selecionou-se alguns dos cinquenta parâmetros monitorados periodicamente, conforme a sua representatividade na bacia hidrográfica em análise para relacioná-los com a vazão média gerada no curso de água nos dias das coletas.

Alguns parâmetros foram observados ao longo dos anos e comparados com os limites das classes de enquadramento (Anexo C) do curso de água em análise, conforme a Deliberação Normativa COPAM No 10/86. Outros foram ajustados através do cálculo da Média Móvel dos meses anteriores, o que possibilitou a minimização dos efeitos das variações de curto período, dando prioridade ao comportamento mais geral da série observada.

Considerando que o regime hidrológico desempenha uma importante função na qualidade das águas de um corpo de água, contemplou-se, a partir desse relatório, valores de vazões médias geradas nos pontos de monitoramento de qualidade, buscando dessa forma, entender o comportamento atípico de alguns parâmetros do monitoramento.

Em gráficos de IQA e Vazão x Tempo (Dia da coleta), são apresentados os valores do Índice de Qualidade das Águas no ano 2003 nas quatro campanhas de amostragem, bem como os valores médio, mínimo e máximo ocorridos desde o início do monitoramento de cada estação de amostragem e a vazão nos dias de coletas em 2003. Gráficos com as vazões médias mensais e a variação do IQA ao longo dos anos também são apresentados.

5.4. Avaliação Espacial

Considerando que a qualidade das águas varia em função de uma enormidade de fatores, tais como uso e ocupação do solo da bacia de drenagem e existência de indústrias com lançamento de efluentes diversificados, verifica-se a importância da análise do perfil espacial para se identificar os trechos mais críticos.

Para representar o perfil espacial dos parâmetros selecionados, ao longo do curso de água, foram utilizadas algumas representações gráficas. Para certos parâmetros ressaltou-se o comportamento ao longo do curso de água monitorado, em relação à campanha de amostragem em que os mesmos ocorreram em condições mais críticas. Outros foram avaliados de acordo com a sua média anual ao longo do curso de água em questão, comparando-se mais de um ano de ocorrência. O Índice de Qualidade das Águas anual das estações de amostragem para os anos 2003 e 2002 foi representado ao longo do curso de água e ao longo da bacia hidrográfica.

Entretanto, a análise efetuada até o momento se refere a uma avaliação qualitativa do comportamento espacial desses parâmetros, sendo representada com gráficos de barras e descritas as alterações observadas ao longo do rio ou bacia hidrográfica.

5.5. Obtenção dos Dados Hidrológicos

Para uma correlação adequada dos dados quali-quantitativos de um corpo de água, medições simultâneas deveriam ser realizadas nos pontos de amostragem. Entretanto, a medição da quantidade de água que escoar em uma seção em um intervalo qualquer de tempo é bastante complexa, dificultando a introdução desse procedimento em conjunto com a amostragem da qualidade. Soma-se a isso, a diferença de objetivos e momento quando da criação da rede de monitoramento de qualidade cujo objetivo principal dessa é a identificação de fontes de poluição.

A obtenção dos dados de vazão nos pontos de monitoramento de qualidade foi feita da seguinte forma: nos locais cuja localização coincide com a de postos fluviométricos, as vazões observadas foram utilizadas diretamente; não ocorrendo coincidência, as vazões foram obtidas a partir de transferência de informações fluviométricas para os locais sem observação.

Esse processo de transferência de informação conhecido como regionalização hidrológica consiste em interpolar linearmente entre duas estações, uma a montante e outra a jusante, proporcionalmente às respectivas áreas de drenagem.

Estações localizadas em afluentes foram consideradas para o cálculo da vazão específica - vazão proporcionalmente à respectiva área de drenagem.

Dessa forma, utilizou-se esse processo de regionalização para obtenção de vazões em locais de monitoramento. A equação de transferência ou



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

simplesmente o fator multiplicador no caso de existir apenas uma estação a montante ou a jusante estão apresentados no Anexo D, em conjunto com os códigos das estações, área de drenagem e curso de água onde as coletas são realizadas.

Em função das características de propagação das vazões de um curso d'água, esse método de regionalização, em geral, não deveria ser aplicado para vazões diárias, sendo usado normalmente para a transferência de vazões médias mensais. Entretanto, em locais onde as estações fluviométricas e de monitoramento estão muito próximas pode-se aceitar essa transferência, obtendo-se a vazão média diária no ponto de monitoramento. Contudo, deve ser considerado que esse dado não deve ser usado para nenhum tipo de projeto ou dimensionamento de obras hidráulicas.

Para obtenção dos dados de vazão média diária e mensal foram selecionadas todas as estações existentes do estado de Minas Gerais operadas por diversas entidades. Entretanto, considerando a necessidade de disponibilização contínua desses dados de medição optou-se, a princípio, pela adoção da rede de monitoramento operada pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - em conjunto com a Agência Nacional de Águas - ANA.

A incorporação de dados quantitativos aos parâmetros de qualidade consistiu basicamente de um levantamento das áreas de drenagem dos 244 pontos de monitoramento no estado, escolha das estações fluviométricas que poderiam ser utilizadas para transferência, obtenção da relação entre cota e vazão e dados de medição diária de cota. A consistência dos dados, quase sempre realizada pelo órgão operador da rede, foi reavaliada a partir da introdução de dados brutos das últimas campanhas de medição e os dados fluviométricos foram gerados nos pontos de observação e transferidos para os locais de monitoramento qualitativo.

As análises que relacionam a vazão diária do curso d'água em cada um dos pontos monitorados com os parâmetros qualitativos foram avaliadas considerando a qualidade dos dados de vazão obtida para o ponto, tendo em vista as incertezas na transferência de vazões diárias principalmente no período chuvoso.

Para alguns locais de monitoramento de parâmetros qualitativos não foi possível a obtenção de vazões já que não existia estação fluviométrica em operação no mesmo curso d'água ou em rios que a princípio tivessem as mesmas características – área de drenagem, bacia de contribuição, tipo de cobertura, uso do solo, grau de urbanização. Outro aspecto que impossibilitou a geração de vazão foi a presença de estações de qualidade a jusante de reservatórios, visto que a vazão nestas estações é diretamente relacionada à operação destes reservatórios. Em outros locais, apesar dos dados de vazão terem sido gerados, cabe ressaltar a baixa confiabilidade dos dados diários, principalmente devido às grandes diferenças nas áreas de drenagem e, portanto, nos tempos de viagem dessa vazão. A Tabela 6.1 apresenta os pontos onde os dados fluviométricos não foram gerados ou, ainda, locais onde a pouca confiabilidade pode comprometer as análises e

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

sugere que, para acompanhamentos futuros, sejam instalados pontos de monitoramento de vazão nesses locais.

Tabela 5.5: Pontos de monitoramento com problemas de transferência de vazão.

Curso d'água	Estação de qualidade	Observações
Ribeirão Sucuriú	SF009	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Indaiá	SF011	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio São Francisco	SF015	estação em reservatório
Rio Betim	BP071	pouca confiabilidade no dado gerado
Rib. dos Macacos	BP076	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Sarzedo	BP086	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Betim	BP088	estação a jusante de reservatório
Ribeirão Grande	BP090	pouca confiabilidade no dado gerado
Verde Grande	VG007	baixa qualidade dos dados medidos
Verde Grande	VG009	ausência de estação fluviométrica
Verde Grande	VG011	baixa qualidade dos dados medidos
Rio Itabira	BV035	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Água Suja	BV062	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Sabará	BV076	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Jequitibá	BV140	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão do Onça	BV154	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Arrudas	BV155	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão das Neves	BV160	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Cipó	BV162	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Pará	PA001	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Paiol	PA002	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Paciência	PA010	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão das Almas	UR009	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Paraibuna	BS032	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Novo	BS046	pouca confiabilidade no dado gerado
Rib. Meia Pataca	BS049	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Xopotó	BS071	pouca confiabilidade no dado gerado
Rib. das Posses	BS073	pouca confiabilidade do dado gerado
Rio Paraíba do Sul	BS075	ausência de estação fluviométrica
Rio Santa Bárbara	RD027	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Grande	BG007	estação a jusante de reservatório
Rio Formiga	BG023	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Grande	BG051	estação a jusante de reservatório
Ribeirão da Bocaina	BG053	pouca confiabilidade no dado gerado
Cor. da Gameleira	BG057	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Grande	BG061	estação a jusante de reservatório
Rio Paranaíba	PB007	estação a jusante de reservatório
Rio Araguari	PB019	ausência de estação fluviométrica
Rio Araguari	PB021	ausência de estação fluviométrica
Rio Paranaíba	PB025	estação a jusante de reservatório
Rio Paranaíba	PB031	estação a jusante de reservatório



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Os pontos de monitoramento de qualidade da água em reservatórios não foram, nesse relatório, objeto de correlação com o volume armazenado ou com outros parâmetros tais como o tempo de residência, etc. Esse assunto deverá ser abordado nos próximos relatórios buscando-se ampliar a rede de monitoramento com o trabalho de medição desenvolvido pelos operadores desses reservatórios.

Nas tabelas de resultados de cada bacia hidrográfica analisada (Anexo E) são apresentadas, para cada ponto de amostragem da rede de monitoramento do projeto Águas de Minas, as vazões médias diárias correspondentes ao dia da amostragem.

A inclusão dos aspectos quantitativos do recurso hídrico a esse relatório permite interpretar, com maior profundidade, as alterações em cada parâmetro que se correlaciona com a disponibilidade hídrica, uma vez que variações temporais dos parâmetros qualitativos podem ser consequência tanto da efetiva alteração do aporte de poluentes, como de variações de concentração decorrente de alteração na vazão.

5.6. Avaliação Ambiental – Pressão x Estado x Resposta

Considerando a série de resultados, no período de 1997 a 2003, para as estações de amostragem de cada bacia hidrográfica avaliou-se os parâmetros monitorados com relação ao percentual de amostras cujos valores violaram em 20% os limites legais da DN COPAM 10/86, considerando o enquadramento do curso de água, no local de cada estação. O percentual de violações em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro foram apresentados em uma tabela, indicando os constituintes mais críticos na bacia.

Os resultados do monitoramento da qualidade das águas superficiais dos rios do Estado de Minas Gerais foram apresentados em quadros-resumo, que especificam por curso de água e estação de amostragem, os principais fatores de PRESSÃO sobre a qualidade das águas associados aos indicadores de degradação verificados em 2003 e os parâmetros que apresentaram as maiores violações em relação aos limites legais no período de 1997 a 2003, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas.

Os fatores de PRESSÃO foram definidos considerando as seguintes atividades: lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, carga difusa, agricultura, agropecuária, suinocultura, atividade minerária, garimpo, resíduo sólido urbano, queimada, expansão urbana, erosão, assoreamento, etc.

Esse processo norteou a definição das ações prioritárias para o controle da poluição ambiental recomendadas neste relatório (RESPOSTA). As recomendações apresentadas foram sintetizadas a partir da metodologia estabelecida pelo sistema Pressão – Estado – Resposta, desenvolvido pelo Departamento de Meio Ambiente da Organização de Coordenação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. Esse sistema baseia-se nos seguintes princípios de causalidade:

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

- as atividades humanas exercem PRESSÕES sobre o meio ambiente, alterando o ESTADO dos recursos naturais em qualidade e disponibilidade;
- a sociedade apresenta RESPOSTAS a essas mudanças através de políticas setoriais, econômicas e ambientais.

A variável RESPOSTA foi apresentada em item à parte onde foram estabelecidas ações de controle prioritárias inerentes às violações identificadas nos pontos de coleta e na bacia como um todo, ressaltando o lançamento de esgoto sanitário, a ocorrência de metais pesados e o efeito tóxico crônico nas águas.

Para tratar o fator de PRESSÃO por esgoto sanitário, em todas as bacias foram levantados os municípios com população urbana superior a 50.000 habitantes, conforme censo do IBGE 2000, e que possuem estação de amostragem em trecho de curso de água a montante e/ou a jusante da área urbana destes municípios. Em cada estação de amostragem avaliou-se a evolução do IQA – Índice de Qualidade das Águas ao longo dos anos. O IQA é um bom indicador da contaminação por esgoto sanitário, pois é uma síntese da ocorrência de sólidos, nutrientes e principalmente matéria orgânica e fecal. Além disso, verificou-se as ocorrências de desconformidades em relação aos principais parâmetros associados aos esgotos sanitários, quais sejam, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (matéria orgânica) e amônia não ionizável e nitrogênio amoniacal (nutrientes).

No Estado de Minas Gerais foram verificadas no período de 1997 a 2003 algumas ocorrências de metais tóxicos em desconformidade com os padrões legais, quais sejam, cobre, mercúrio, arsênio, cádmio, zinco, cromo III e chumbo. Foram destacadas as ocorrências, dentre estes metais, que resultaram em Contaminação por Tóxicos Alta em 2003, levantando-se as causas de contaminação e feitas recomendações visando a melhoria da qualidade dos cursos de água onde se verificaram estas ocorrências.

É objetivo do projeto Águas de Minas a ampliação da divulgação das ações de controle recomendadas às diversas instituições que trabalham no âmbito do gerenciamento ambiental e de recursos hídricos, fortalecendo o sistema de tomada de decisões para a melhoria da qualidade das águas e, conseqüentemente, da qualidade ambiental em todo estado de Minas Gerais.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

6. OUTORGA

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

6.1. O Que é Outorga de Direito de Uso

As preocupações com o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, levaram os países desenvolvidos a implantarem políticas para conservação e exploração desses recursos de uma maneira sustentável.

No Brasil, por meio da Constituição Federal de 1988, as águas se tornaram de domínio público, sendo, portanto, necessária uma regulamentação para que as pessoas pudessem fazer uso dos recursos hídricos. A Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamentou o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal.

Através da nova lei, foram estabelecidos diversos organismos, inteiramente novos na administração dos bens públicos brasileiros que são os Conselhos, os Comitês e as Agências de Bacia, e estabelecidos instrumentos econômicos que são as “ferramentas” a serem utilizadas na gestão dos recursos hídricos.

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é talvez o instrumento de gestão mais importante na atual fase, pois é o meio através do qual se faz a repartição dos recursos hídricos disponíveis entre os diversos usuários que, eventualmente, disputam recursos escassos para as suas necessidades.

A outorga de direito de uso da água (bem de domínio público) é um beneplácito, um consentimento aos vários interesses públicos, individuais e coletivos, cujo estabelecimento cabe àqueles que detêm o respectivo domínio (União ou Estados), para utilização de específica quantidade de água, em determinada localização, para específica finalidade.

A outorga garante ao usuário o direito de uso da água, condicionado à disponibilidade hídrica. Cabe ao poder outorgante (Governo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal) examinar cada pedido de outorga e verificar a existência de suficiente água, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos, para que o pedido possa ser atendido. Uma vez concedida, a outorga de direito de uso da água protege o usuário contra o uso predador de outros usuários que não possuam outorga.

6.2. Modalidades de Outorga

- **AUTORIZAÇÃO** – Obras, serviços ou atividades desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito privado e quando não se destinarem à finalidade de utilidade pública (prazo máximo de 5 anos).
- **CONCESSÃO** - Obras, serviços ou atividades desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito público e quando se destinarem à finalidade de utilidade pública (prazo máximo de 20 anos).

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

6.3. A Outorga de Direito de

No Estado de Minas Gerais, foram concedidas através de após análise e aprovação do Estado de Minas Gerais – Águas – Decreto nº 24.643 de

Desde julho de 1997, o Ins passou a atuar como órgão compondo a estrutura da Desenvolvimento Sustentável

Com a divulgação do instrum das companhias de saneam solicitado ao IGAM autoriz exploração de água subterrâ agricultura irrigada o setor de diversas intervenções nos cu diques, açudes, desvios, en outorga, conforme preconiza 1999, que dispõe sobre a Portaria Administrativa do IG aplicáveis aos processos de

De acordo com a Portaria vazões de referência a serem referência adotada em todo mínima de sete dias de dura mesma Portaria é fixado o pe de derivações consuntivas a hidrográfica considerada, fic a jusante equivalentes a 70%

No IGAM, a Divisão de Regu de requerimento de outorga o um banco de dados com as i outorgados. As coordenadas cursos de água são georref realizada sendo que, par requerimento, diversas etap geográficas e delimitação das

6.4. A Quem Solicitar

As outorgas em águas de do 13.199/99). Já as outorgas e ANA (Lei 9.984/2000).

6.5. Como Solicitar a Outorga

A outorga de direito de uso da água deve ser solicitada por meio de formulários próprios do IGAM, que contêm todas as informações necessárias à avaliação técnica do empreendimento e da disponibilidade hídrica.

6.6. Quando se Deve Solicitar a Outorga

Antes da implantação de qualquer empreendimento cujo uso da água venha a alterar o regime, a quantidade ou a qualidade do corpo de água, incluindo além de captações e derivações ou lançamentos de efluentes.

6.7. Os Usos de Recursos Hídricos Sujeitos a Outorga

- Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais etc);
- Captação em barramento em curso de água;
- Barramento em curso de água, sem captação;
- Perfuração de poço tubular;
- Captação de água subterrânea por meio de poço tubular já existente ou poço manual (cisterna);
- Captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível de água em mineração;
- Captação de água em surgência (nascente);
- Desvio parcial ou total de curso de água;
- Dragagem, limpeza ou desassoreamento de curso de água;
- Canalização e/ou retificação de curso de água;
- Travessia rodo-ferroviária (pontes e bueiros);
- Estrutura de transposição de nível (eclusa);
- Lançamento de efluente em corpo de água;
- Aproveitamento de potencial hidrelétrico;
- Outros usos que alterem a qualidade, a quantidade ou o regime de um corpo de água.

6.8. Usos que Independem de Outorga

O parágrafo primeiro do artigo 18 da lei 13.199/99 estabelece que os usos considerados insignificantes não são sujeitos a outorga e sim a cadastro junto ao IGAM. A Deliberação Normativa CERH-MG N° 07/2004 define assim os usos considerados insignificantes:

- Água Subterrânea: Poço manual e nascentes
Consumo de até 10m³/dia;
- Água Superficial:
Captações: 1L/s ou 0,5L/s;
Acumulações: 5.000m³ ou 3.000m³.

6.9. Procedimento para a Solicitação de Outorga

Preenchimento do Formulário Integrado de Caracterização do Empreendimento FCEI disponível no site do IGAM, indicando no campo “ Uso do Recurso Hídrico” o código das intervenções em cursos de água existentes e/ou projetados.

6.10. Documentação Necessária para a Obtenção da Outorga

- Requerimento assinado pelo requerente ou procurador, juntamente com a procuração;
- Formulários fornecidos pelo IGAM;
- Relatório técnico conforme modelo fornecido pelo IGAM;
- Comprovante de recolhimento dos valores relativos aos custos de análise e publicações;
- Cópias do CPF/CNPJ e da carteira de identidade do requerente ou procurador;
- Cópia do registro do imóvel ou de posse do local onde será efetuada a captação;
- Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável técnico pela elaboração do processo de outorga, recolhida na jurisdição do CREA-MG;

7. MORTANDADE DE PEIXES

“...os peixes constituem um termômetro muito útil do real estado de pureza das águas. Nenhum rio pode ser considerado em condições satisfatórias se nele não viverem e proliferarem peixes. “

7.1. Histórico

O Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais, através da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM e de seus antecessores, acompanha o atendimento a mortandade de peixes desde 1978. Fazem parte dos primeiros registros, a mortandade de peixes no rio das Velhas e no rio São Francisco, a jusante da represa de Três Marias, em decorrência do carreamento de resíduos sólidos industriais da Companhia Mineira de Metais – CMM.

A Polícia Florestal acompanhava os técnicos da Comissão de Política Ambiental -COPAM/FEAM desde esta época. O trabalho em conjunto com a PM foi formalizado por convênios, firmados com o intuito de agilizar o atendimento, tendo em vista a presença dos policiais nos diversos municípios do Estado.

Em 1996 foi criado o Grupo Coordenador de Fiscalização Ambiental Integrada – GCFAI – com representantes de oito órgãos, entre eles a FEAM e a Polícia Ambiental – PMMAmb, que agrega entre suas atribuições, o estabelecimento de ações emergenciais tais como o atendimento a mortandade de peixes.

7.2. Cursos

Nos cursos de Credenciamento em 1986, as Noções Básicas de Qualidade de Água foram transmitidas pelo professor Dr. Roberto de Almeida Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da UFMG.

“Fiscalização em Eventos de Qualidade de Água” nos cursos de Fiscalização e Monitoramento da FEAM e sempre são reservados para os cursos da FEAM.

Procurando aprimorar conhecimentos dos funcionários dos órgãos, técnicos da FEAM por meio de cursos de “Mortandade de Peixes”, “Saneamento Ambiental do Estado de Minas Gerais”, em 1992, este curso aconteceu no município de Sete Lagoas.

Com o aumento da industrialização e das descargas poluidoras sob a forma de efluentes, as ocorrências de mortandade de peixes em amostras de águas e de campo, veio a necessidade de cursos ministrados dois grandes cursos ministrados por representantes da FEAM, o primeiro em 1996, promovido pelo Conselho de Desenvolvimento Sustentável (CDS) ministrado pela FEAM, em Belo Horizonte - Minas Gerais - Doce. O segundo em dezembro de 2000, preparado e ministrado pela FEAM e Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) no município de Sete Lagoas.

7.3. Metodologia

Quem continua coordenando os cursos em Minas Gerais é a FEAM, atuando desde o ano 2000, nas reuniões de trabalho do Curso de Atendimento a Municípios (CAM) descrito no item anterior.

As amostras são coletadas por meio de um KIT distribuído no curso de atendimento a Municípios, todo o material necessário para a coleta de isopor contendo as amostras são despachadas de ônibus para os municípios o Sindicato dos Transportadores.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

PM, de Belo Horizonte, é responsável pelo traslado do material da rodoviária ao CETEC.

A FEAM, com base no Boletim de Ocorrência da Polícia Ambiental, Roteiro de Ação devidamente preenchido e nos dados relativos à tipologia dos suspeitos levantados nesses documentos, define os parâmetros a serem analisados. A FEAM também é responsável pela redação do Parecer Técnico após recebimento dos laudos, pesquisa bibliográfica e contato com os técnicos encarregados da respectiva tipologia dos suspeitos. São recomendadas vistorias e/ou providências cabíveis da FEAM, IEF ou IMA, de acordo com a tipologia dos envolvidos e competência de cada órgão.

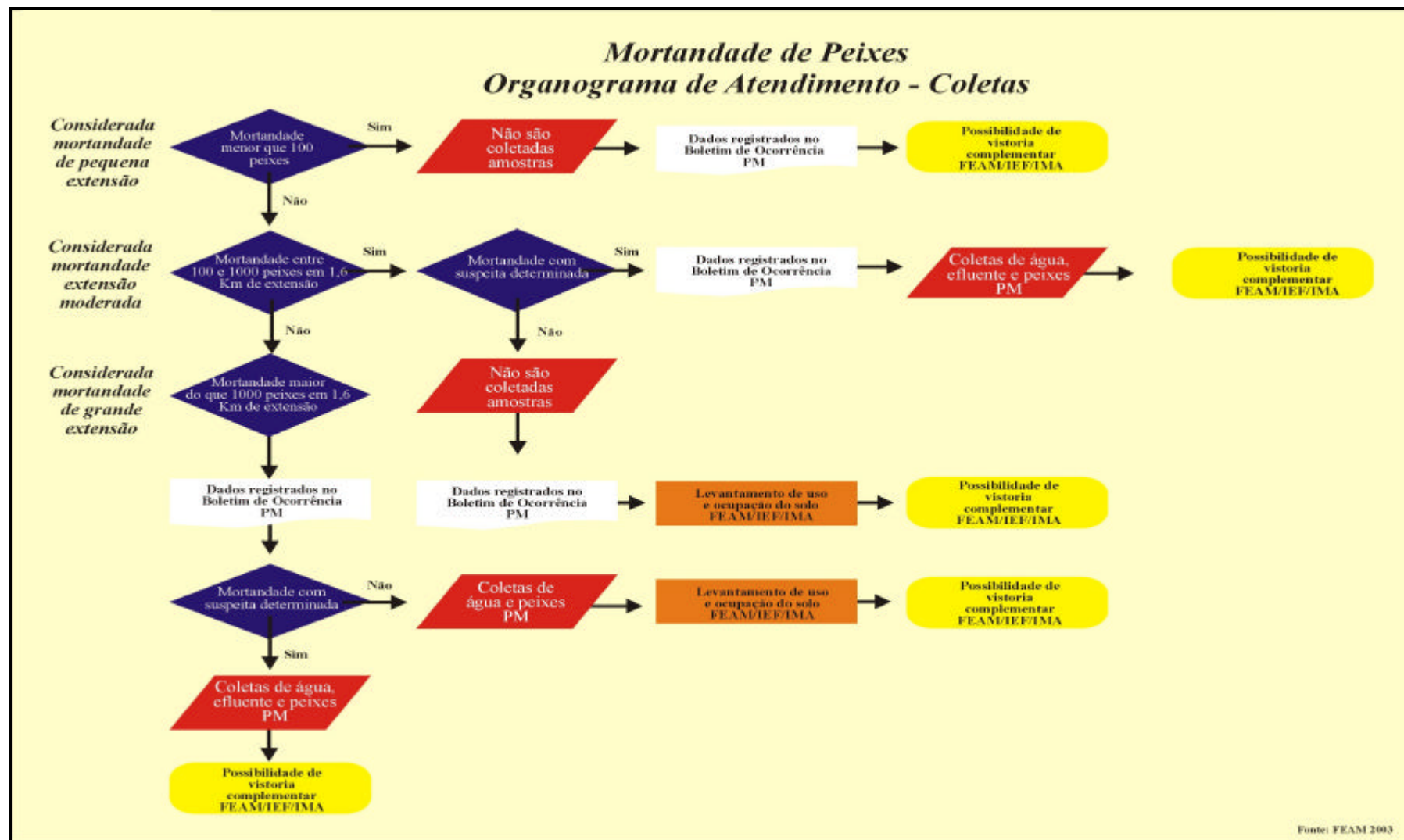
7.4. Legislação Estadual

“...causar poluição ou degradação ambiental de qualquer natureza que resulte ou possa resultar em dano à saúde humana, aos recursos hídricos, às espécies vegetais e animais, aos ecossistemas e habitats ou ao patrimônio natural ou cultural.”

É classificada como infração gravíssima, conforme item 6; § 3º; Art. 19, Decreto Nº 43.127 de 27/12/2002, que altera dispositivos do Decreto Nº 39.424 de 05/02/98, que altera e consolida o Decreto Nº 21228, de 10/05/81, que regulamente a Lei Nº 7772, de 08/09/80, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais.

O valor atual previsto para as multas está entre R\$ 10.641,00 e R\$ 74.487,00.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



8. SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Foram obtidos, a partir das análises laboratoriais realizadas em 2003, os indicadores da situação ambiental no Estado de Minas Gerais, Índice de Qualidade das Águas – IQA, Contaminação por Tóxicos – CT e Teste de Toxicidade Crônica.

A Figura 8.1 apresenta a evolução temporal da freqüência de ocorrência dos indicadores IQA e CT no Estado de Minas Gerais. Pôde-se observar que nas 244 estações de amostragem dos cursos de água das bacias hidrográficas monitoradas no Estado de Minas Gerais, predomina o Índice de Qualidade das Águas Médio, resultado este que vem sendo observado desde o ano de 1998. A análise comparativa da distribuição dos valores médios anuais de IQA demonstra que não houve uma grande variação das condições de qualidade das águas ao longo de seis anos de monitoramento.

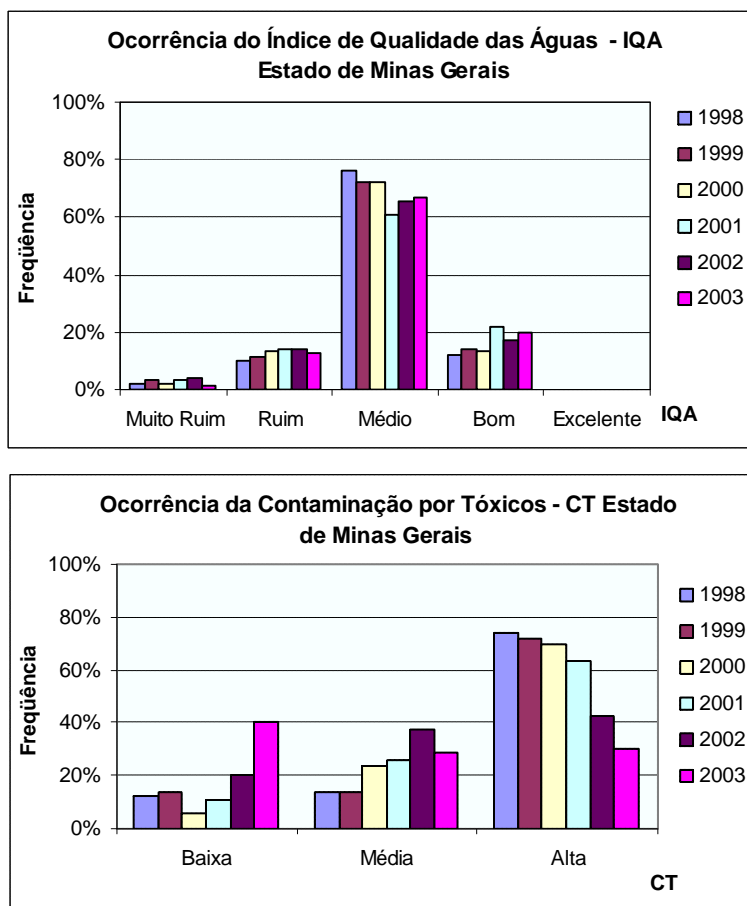


Figura 8.1: Evolução temporal dos dados de qualidade: Índice de Qualidade das Águas – IQA e Contaminação por Tóxicos – CT, no Estado de Minas Gerais.

No ano de 2003, verificou-se uma pequena redução nas ocorrências do Índice de Qualidade das Águas nos níveis Muito Ruim e Ruim, em relação ao ano 2002. Conseqüentemente, houve um pequeno aumento nas ocorrências do Índice de Qualidade das Águas nos níveis Médio e Bom. O IQA Bom teve um aumento na freqüência da ocorrência de 17% em 2002 para 20% em



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

2003. O IQA Médio ainda é predominante em todas as bacias hidrográficas monitoradas no estado de MG com ocorrência em 67% dos pontos de amostragem em 2003. Em relação ao IQA Médio pode-se perceber ainda, uma tendência de aumento das suas ocorrências a partir do ano 2000.

Sobre a Contaminação por Tóxicos (CT) em 2003 observou-se que, pela primeira vez na história do monitoramento de qualidade das águas predominou, em Minas Gerais, a ocorrência de CT Baixa, com 21% de ocorrências a mais em relação a 2002. Verifica-se uma tendência de aumento desta CT Baixa a partir do ano 2001. Houve uma diminuição das ocorrências de Contaminação por Tóxicos Média e Alta, em cerca de 9% e 12%, respectivamente, em relação a 2002. A ocorrência da Contaminação por Tóxicos Alta vem reduzindo ao longo dos anos, sendo que de 72% de ocorrências verificadas em 1999, reduziu em 2003 para 30% dos pontos de amostragem.

8.1. IQA – Índice de Qualidade das Águas nas Bacias Hidrográficas

As figuras a seguir apresentam as médias anuais dos Índices de Qualidade das Águas para as quatro campanhas dos anos 2002 e 2003 respectivamente, para cada estação de amostragem das bacias hidrográficas monitoradas em Minas Gerais.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Na bacia do rio São Francisco houve aumento da ocorrência de IQA Médio de 54% em 2002 para 63% em 2003.

Na bacia do rio das Velhas houve redução nas ocorrências de IQA Muito Ruim de 17% em 2002 para 7% em 2003. Essa condição foi observada no rio das Velhas do trecho a jusante do ribeirão do Onça (BV105) até a ponte Raul Soares (BV137). Em contrapartida houve aumento das ocorrências de IQA Ruim, Médio e Bom.

Na bacia do rio Paraopeba não houve ocorrência de IQA Muito Ruim. Houve uma pequena melhora na qualidade das águas do rio Betim (BP071), que apresentou IQA Ruim em 2003. Na bacia do rio Pará houve aumento do IQA Ruim de 15% em 2002 para 23% em 2003, reduzindo as ocorrências de IQA Médio e Bom. Essa piora foi devido ao rio Itapecerica a jusante da cidade de Divinópolis (PA007).

A região denominada São Francisco Norte, que engloba as sub-bacias dos rios Paracatu, Urucuia e Verde-Grande, bem como o rio São Francisco após a represa de Três Marias apresentou um aumento significativo da ocorrência de IQA Bom, de 20% em 2002 para 36% em 2003. Entretanto, a região denominada São Francisco Sul (rio São Francisco e afluentes até a represa de Três Marias) apresentou redução de 33% das ocorrências de IQA Bom em 2002 para 8% em 2003.

Bacia do Rio das Velhas

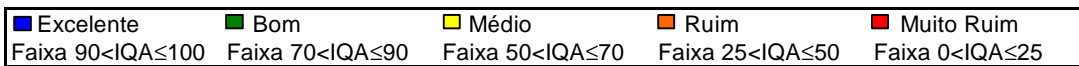
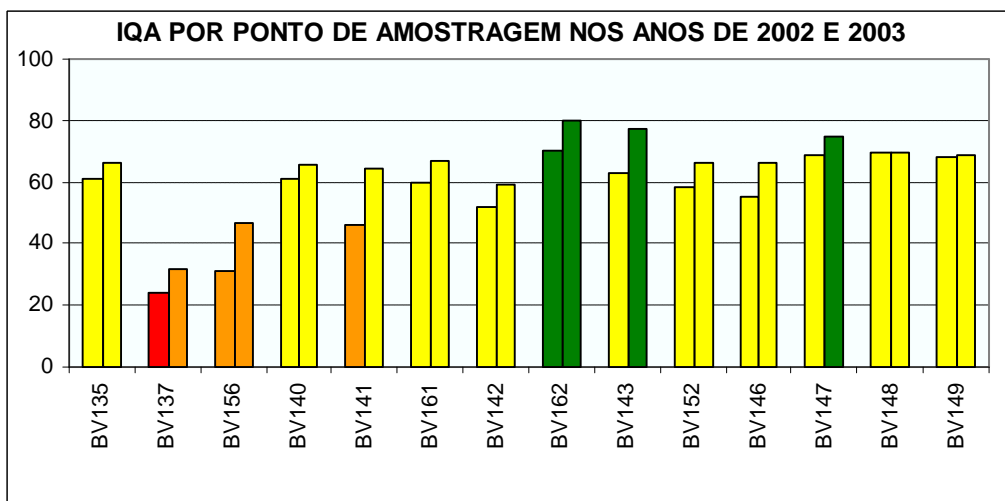
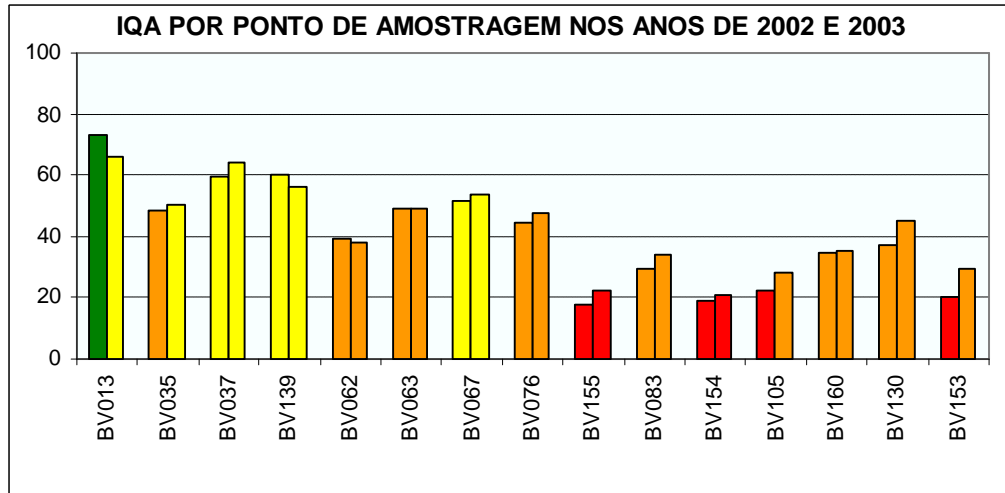


Figura 8.2: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH SF5

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Bacia do Rio Paraopeba

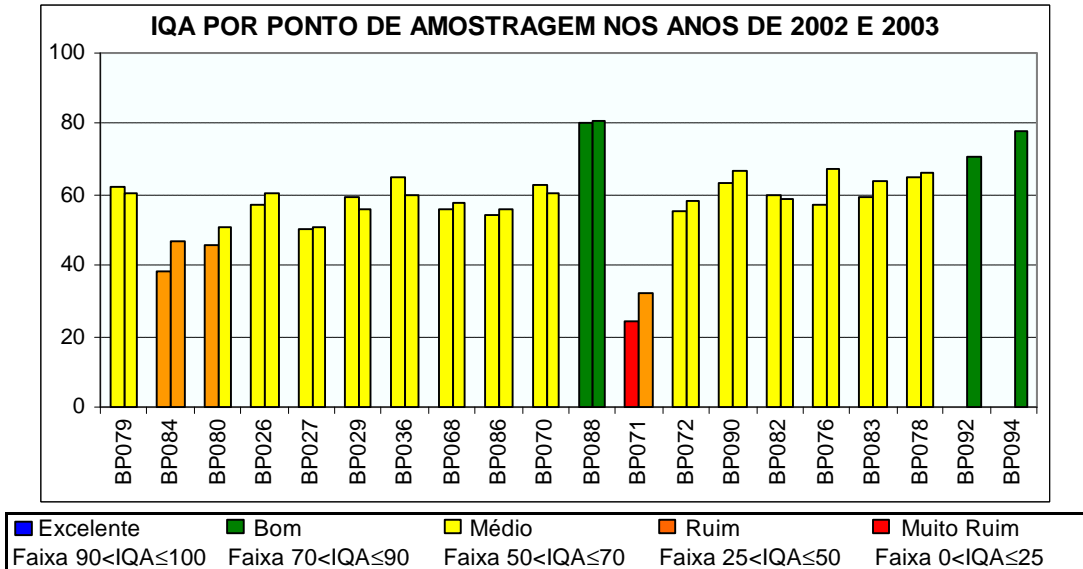


Figura 8.3: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH SF3

Bacia do Rio Pará

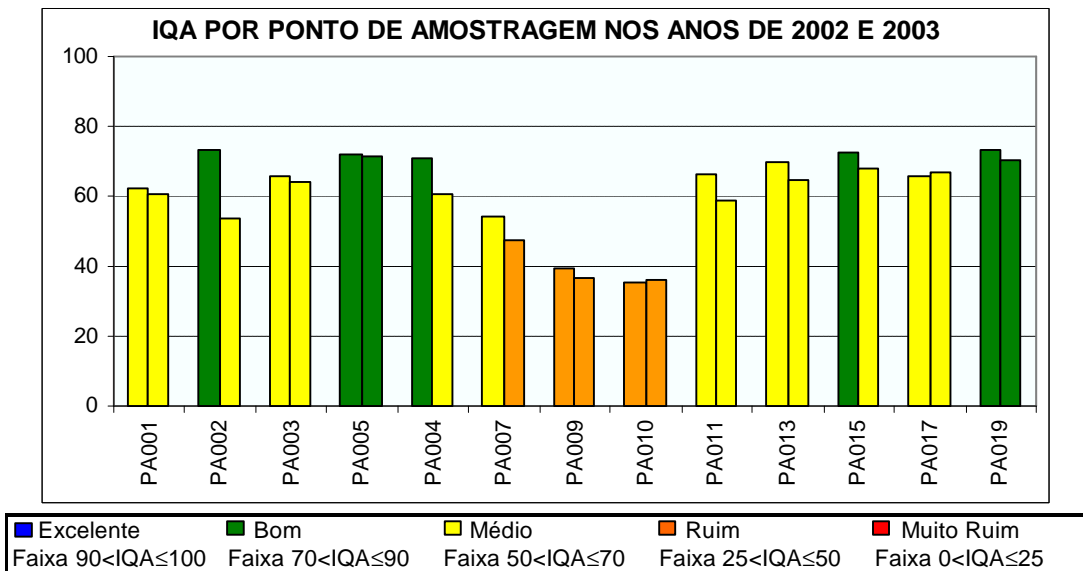


Figura 8.4: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH SF2

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Rio São Francisco - Norte

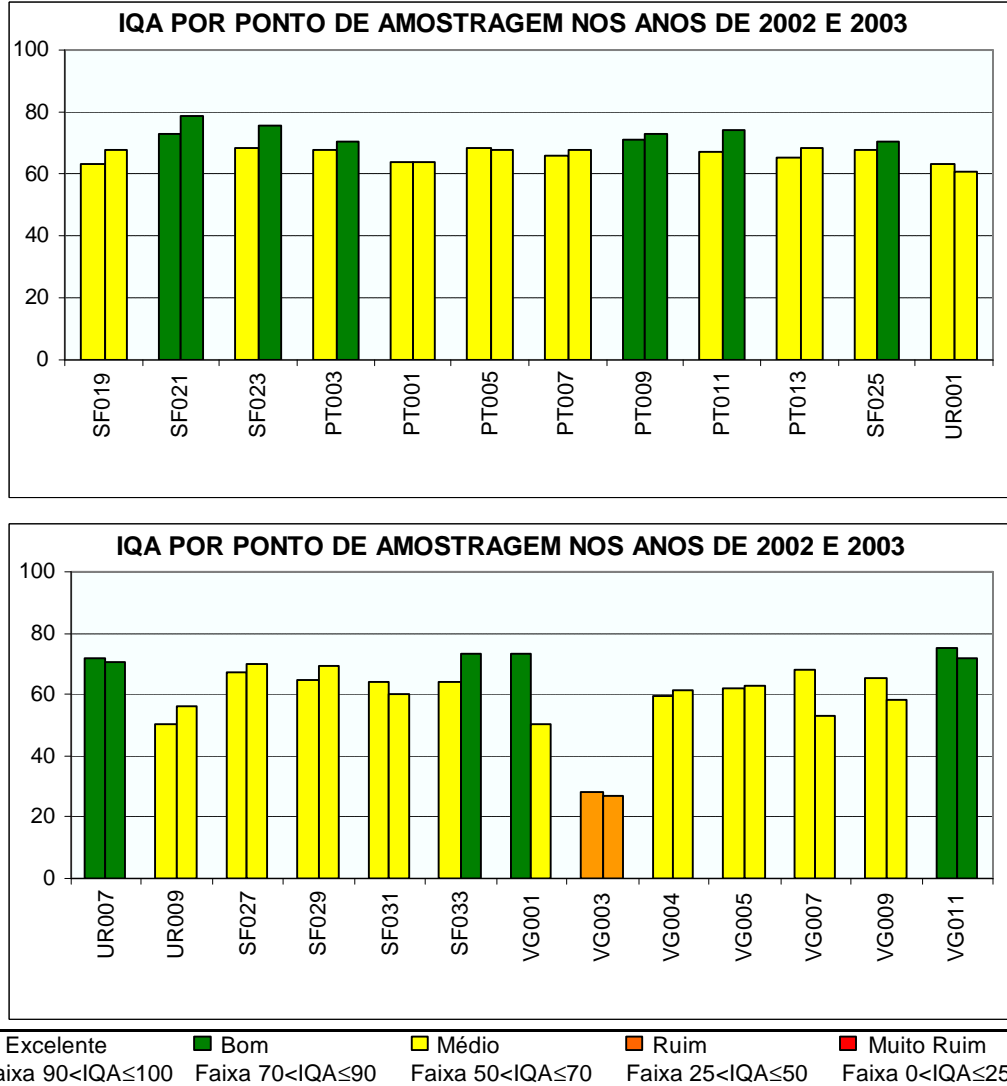


Figura 8.5: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Rio São Francisco – Sul

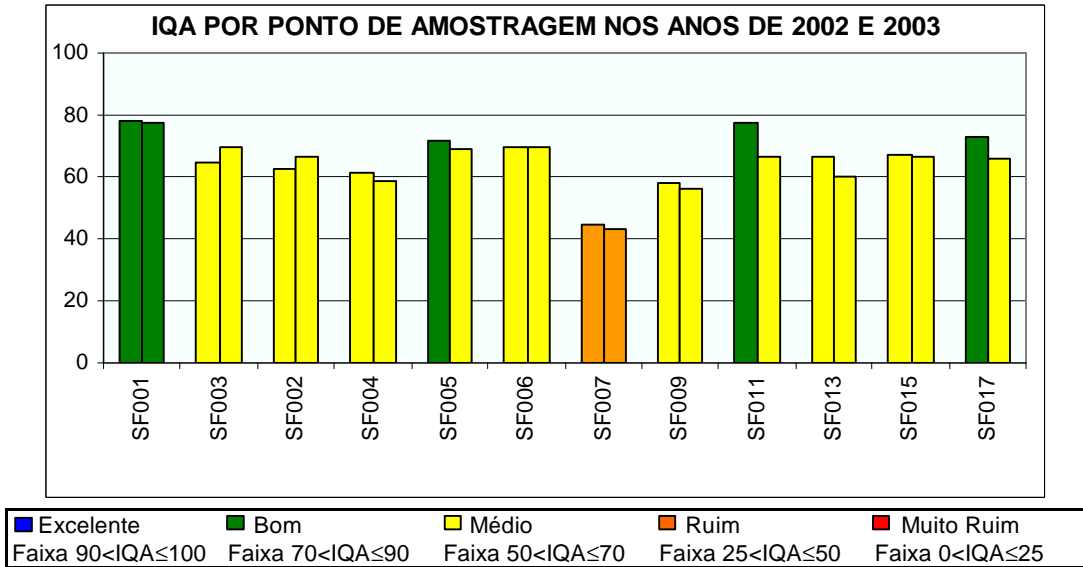


Figura 8.6: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF1 e SF4

BACIA DO RIO GRANDE

Na bacia do rio Grande houve redução da ocorrência de IQA Ruim que passou de 21% em 2002 para 12% em 2003, sobretudo devido à melhoria da qualidade das águas do rio das Mortes nos trechos monitorados a montante da cidade de Barroso (BG014), a jusante da cidade de Barroso (BG013) e a jusante da cidade de São João Del Rei (BG015).

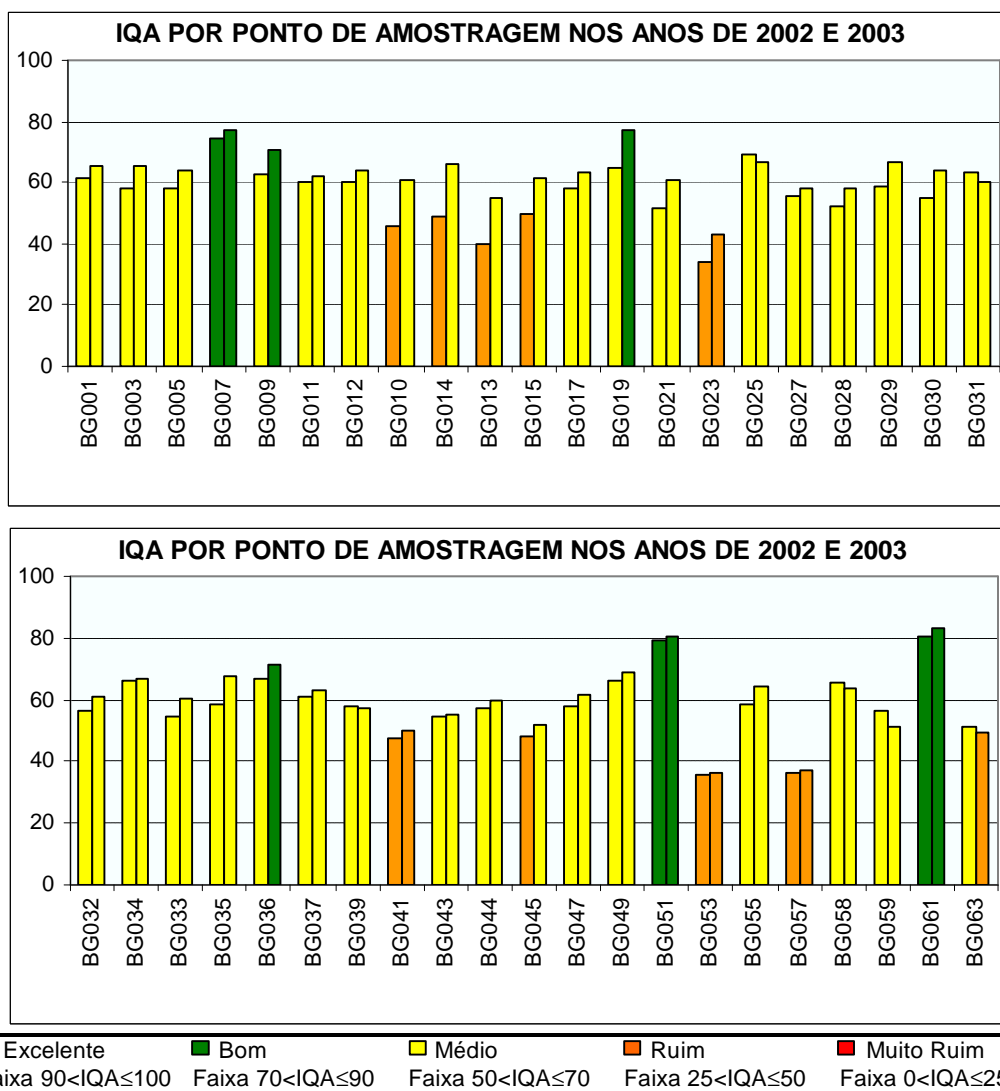


Figura 8.7: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO DOCE

Em 2003, não se verificou nenhuma ocorrência média de IQA Muito Ruim nos pontos de amostragem da bacia do rio Doce. Houve melhoria na qualidade das águas do rio Doce a montante da Cachoeira dos Óculos (RD023), rio do Peixe (RD030) próximo de sua foz no rio Piracicaba, rio Piracicaba a jusante de Coronel Fabriciano (RD034) e rio Caratinga a jusante da cidade de Caratinga (RD056) etc. Verificaram-se ocorrências de IQA Bom em 19% dos pontos de amostragem apresentando uma melhoria significativa em relação ao ano 2002 que não houve nenhuma ocorrência de IQA Bom.

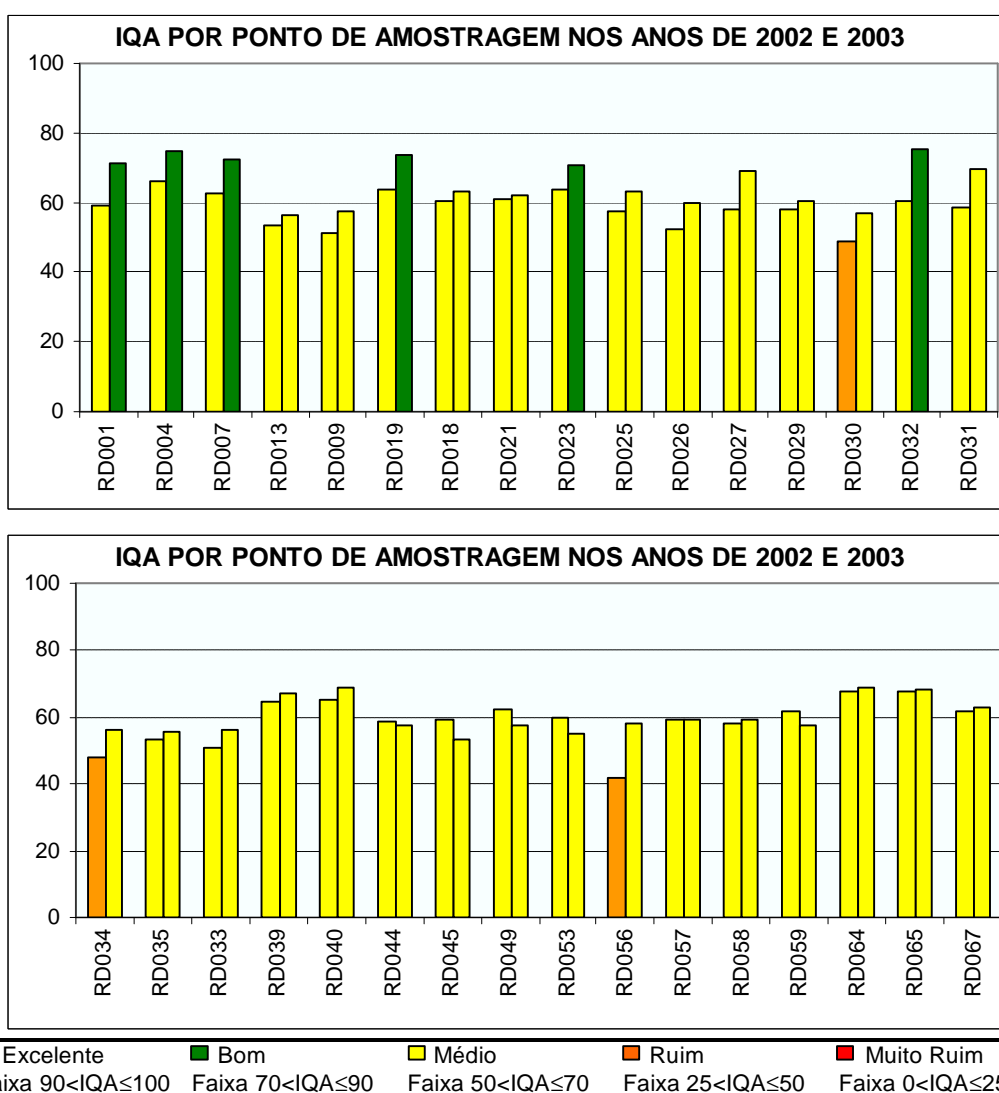


Figura 8.8: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UGRHs DO1 a DO5

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Na bacia do rio Paraíba do Sul houve redução das ocorrências de IQA Muito Ruim de 10% em 2002 para 3% em 2003, e aumento das ocorrências do IQA Bom de 7% em 2002 para 14% em 2003. Essa condição foi devido a melhoria na qualidade das águas do rio Paraíba na ponte de acesso à represa João Penido (BS083), rio Pomba em Paraoquena – RJ (BS054), rio Muriaé a montante da confluência com o rio Glória (BS081), rio Glória próximo de sua foz no rio Muriaé (BS058) e rio Carangola a montante de Tombos (BS056).

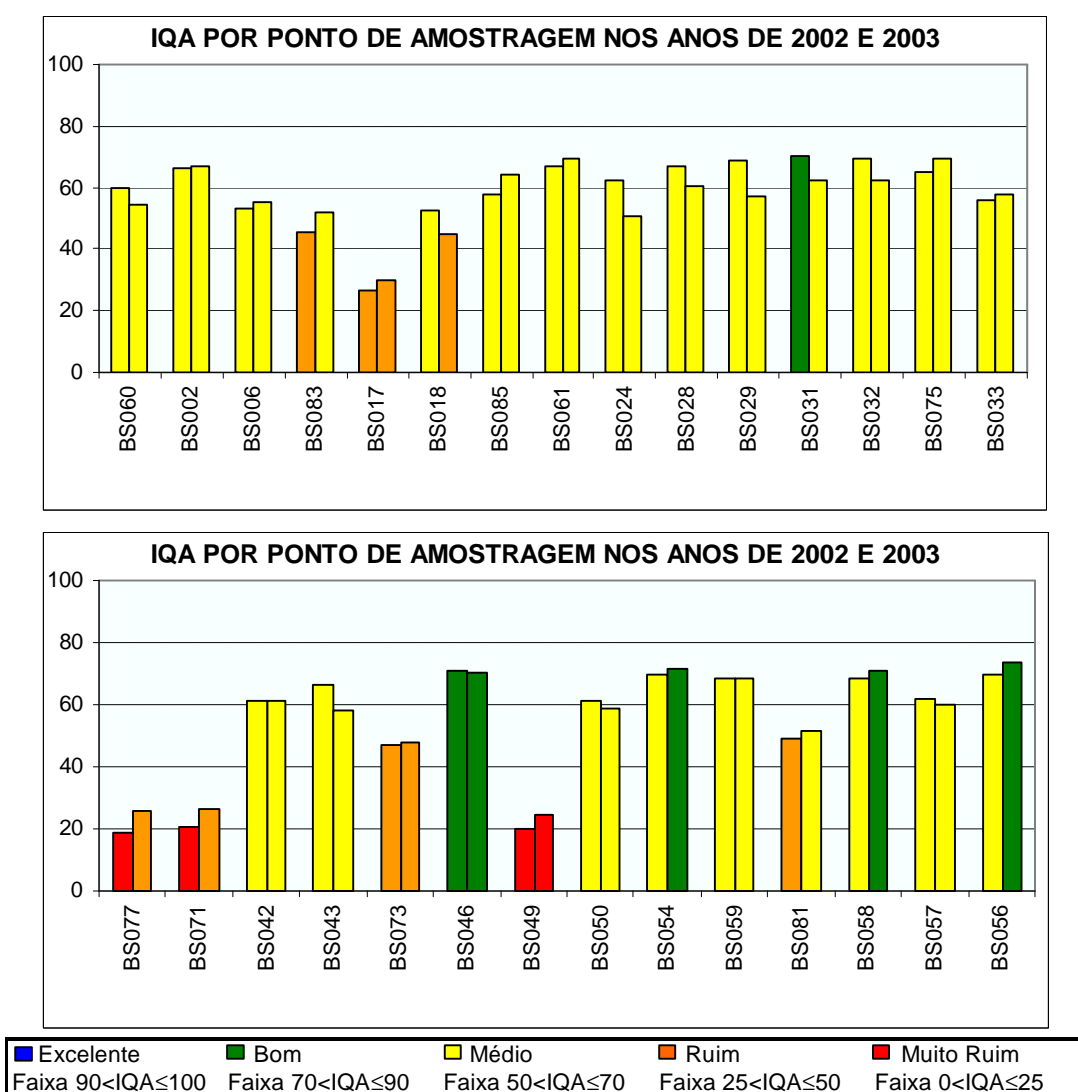


Figura 8.9: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PS1 e PS2

BACIA DO RIO PARANAÍBA

Na bacia do rio Paranaíba houve aumento de ocorrências de IQA Bom e Ruim em relação a 2002. No entanto, ainda não se verificou uma ocorrência de IQA médio anual no nível Muito Ruim nesta bacia, ao longo de todo o período de monitoramento. Ocorrências de IQA Bom em 2003, com melhoria em relação a 2002, foram identificadas no rio Paranaíba entre os reservatórios de Emborcação e Tumbiara (PB007) e rio Uberabinha a montante da cidade de Uberlândia (PB022).

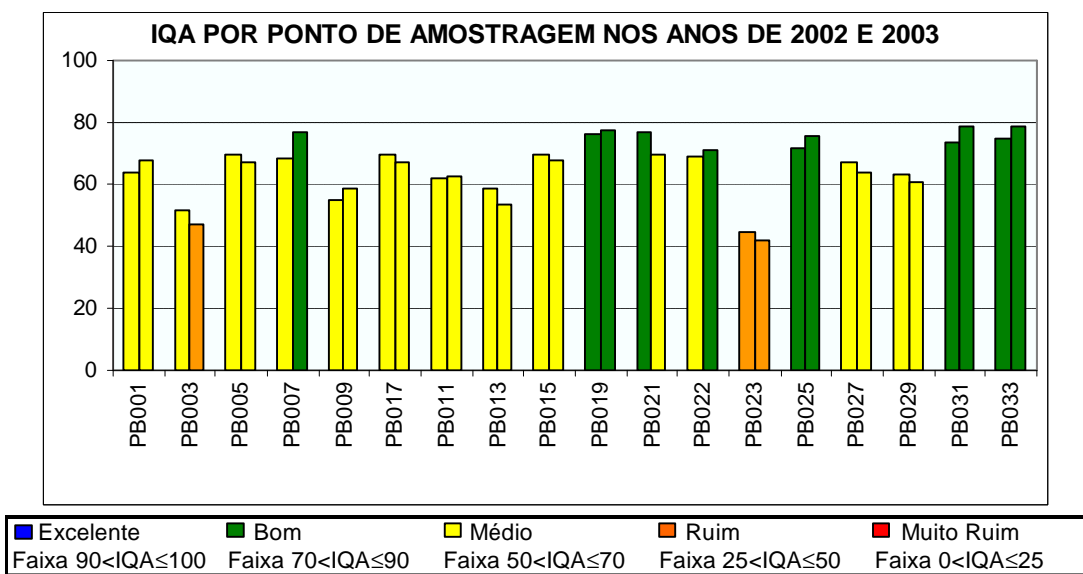


Figura 8.10: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PN1, PN2 e PN3

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

BACIA DOS RIOS JEQUITINHONHA, MUCURI E PARDO

As bacias dos rios Jequitinhonha, Pardo e Mucuri apresentam, de um modo geral, boa qualidade de suas águas em relação aos poluentes orgânicos, fecais, nutrientes e sólidos. Essa condição é confirmada pela predominância do IQA Médio ou Bom ao longo dos anos. Em 2003, houve uma redução nas ocorrências de IQA Bom para 33% em relação ao ano 2002 foi de 58%.

Na bacia do rio Jequitinhonha ocorreram apenas, como média anual, Índice de Qualidade das Águas Bom e Médio. Na bacia do rio Mucuri, o rio Todos os Santos a jusante da localidade de Pedro Versiani (MU007) apresentou a pior qualidade da bacia em termos de IQA, com níveis Ruim nos anos 2002 e 2003. No rio Pardo predominam as ocorrências de IQA Bom.

BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

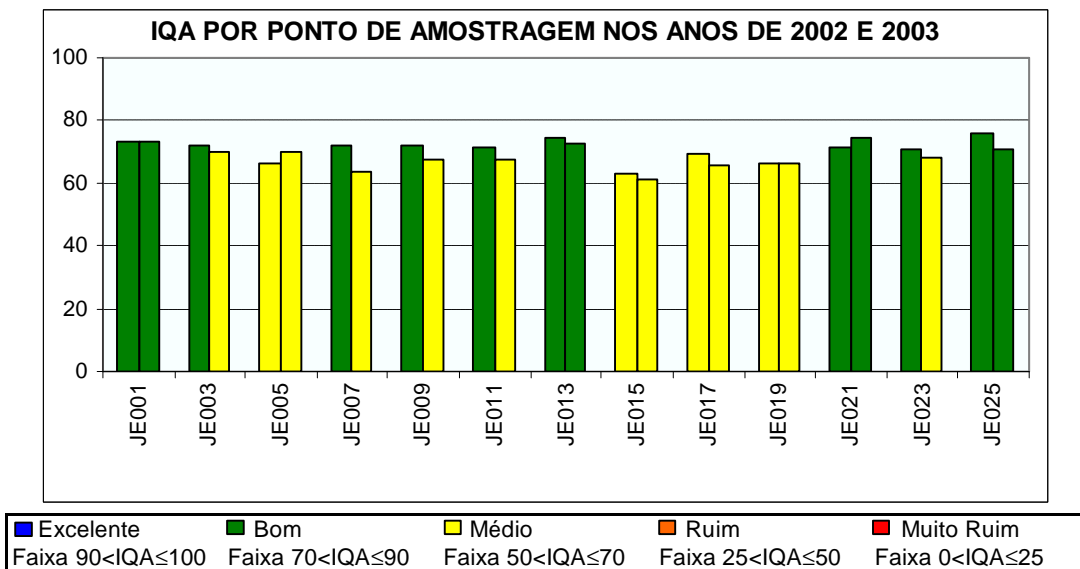


Figura 8.11: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPRGHs JQ1, JQ2 e JQ3

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

BACIA DO RIO MUCURI

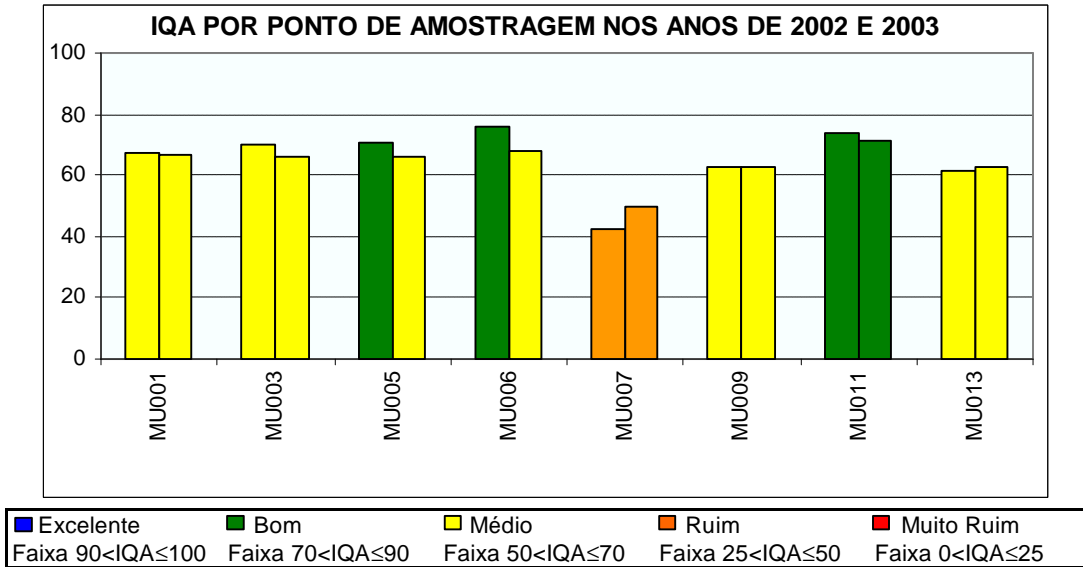


Figura 8.12: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH MU1

BACIA DO RIO PARDO

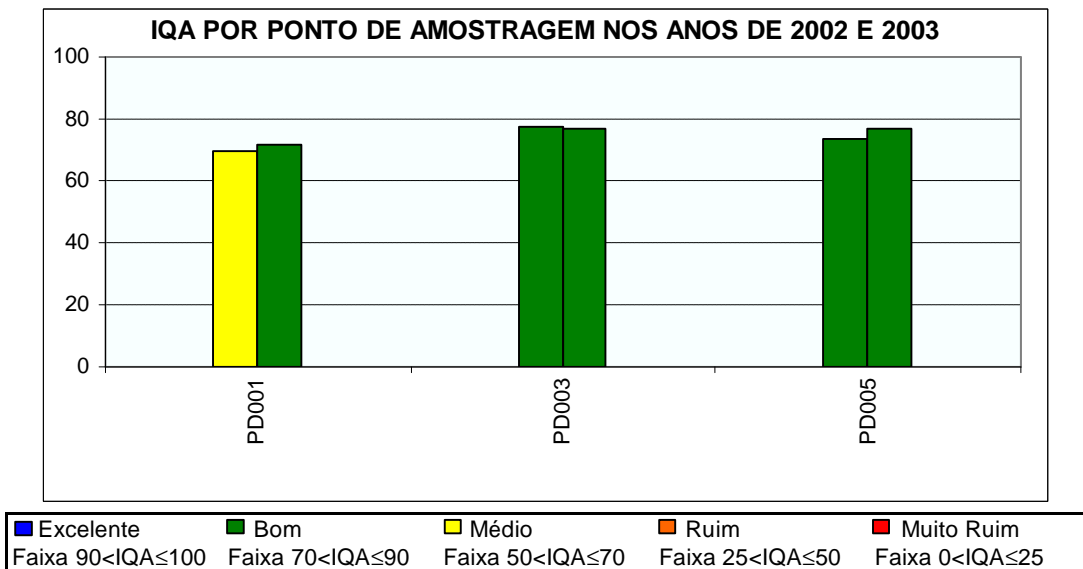


Figura 8.13: IQA médio dos anos 2002 e 2003, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH PA1

8.2. CT – Contaminação por Tóxicos nas Bacias Hidrográficas

Analisando-se a Figura 8.14 pode-se perceber que os fenóis são as substâncias tóxicas que apresentaram as maiores ocorrências em desconformidade com a legislação em todo o Estado de Minas Gerais. Cerca de 59% das análises não atenderam aos limites das classes de enquadramento dos cursos de água monitorados. Em seguida, o cobre aparece com aproximadamente 15% das análises em concentrações acima dos limites das classes de enquadramento, tendo apresentado um aumento de 2% das ocorrências em relação ao ano 2002. Amônia também apresentou aumento nas ocorrências de 2003 de 1,31% em relação a 2002.

As ocorrências dos contaminantes tóxicos mantêm a tendência observada desde o ano 2001, entretanto, a contribuição do índice de fenóis era mais alta e a de cobre era menor no ano 2002. O parâmetro mercúrio também mostrou aumento nas ocorrências em relação a 2002 em cerca de 2,87%, totalizando 6,67% em 2003.

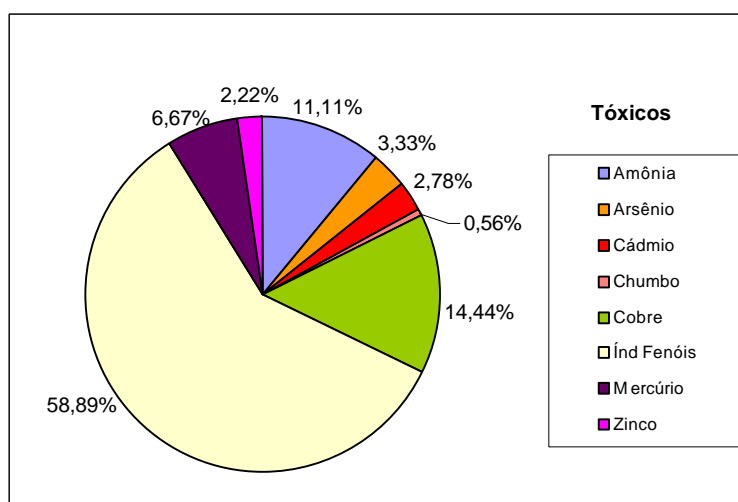


Figura 8.14: Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais

As figuras seguintes destacam a contribuição dos parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos nas faixas Média e Alta em cada bacia hidrográfica do Estado de Minas Gerais em 2003.

Em todas as bacias hidrográficas monitoradas predominou a Contaminação por Tóxicos Baixa com exceção da bacia do rio São Francisco, que ainda predomina a Contaminação por Tóxicos Alta e da bacia do rio Paraíba do Sul em que foram equivalentes as faixas Alta e Baixa. No entanto, pôde-se verificar que na bacia do rio São Francisco houve uma redução da CT Alta de 56% em 2002 para 41% em 2003, e aumento da CT Baixa de 13% em 2002 para 27% em 2003.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Em relação às sub-bacias do rio São Francisco ainda predomina a CT Alta no rio das Velhas, porém houve redução de 76% em 2002 para 59% das ocorrências em 2003. Nas bacias do rio Pará e Paraopeba foram equivalentes as ocorrências de CT Baixa e Média correspondendo a 38% e 30%, respectivamente nessas bacias.

Bacia do Rio das Velhas

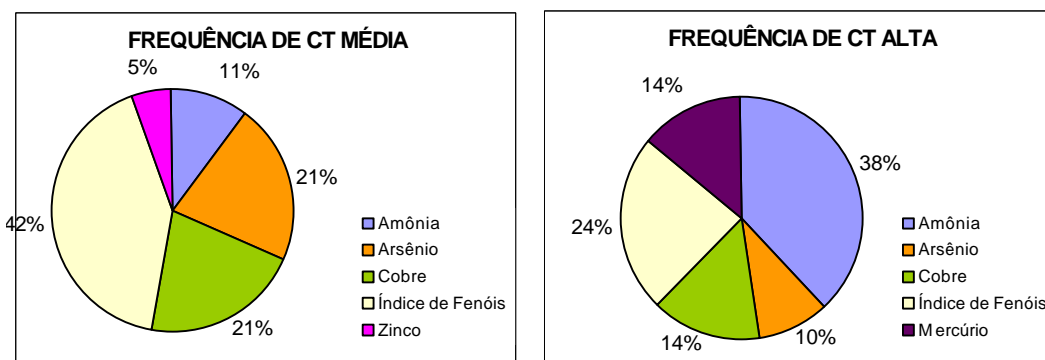


Figura 8.15: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF5

Bacia do Rio Paraopeba

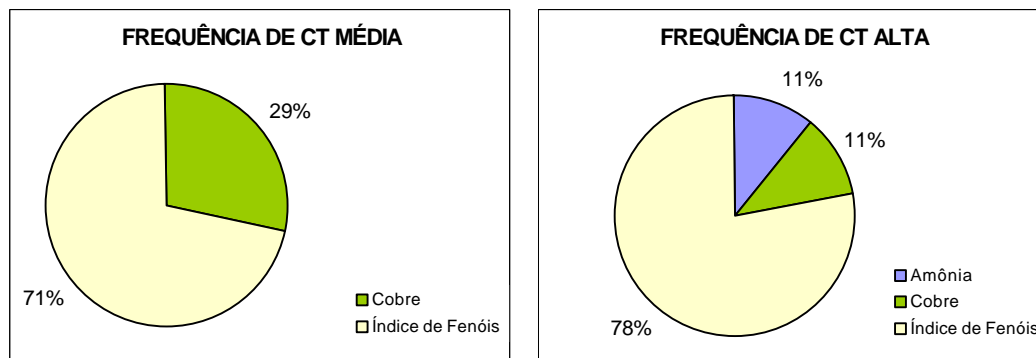


Figura 8.16: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF3

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Bacia do Rio Pará

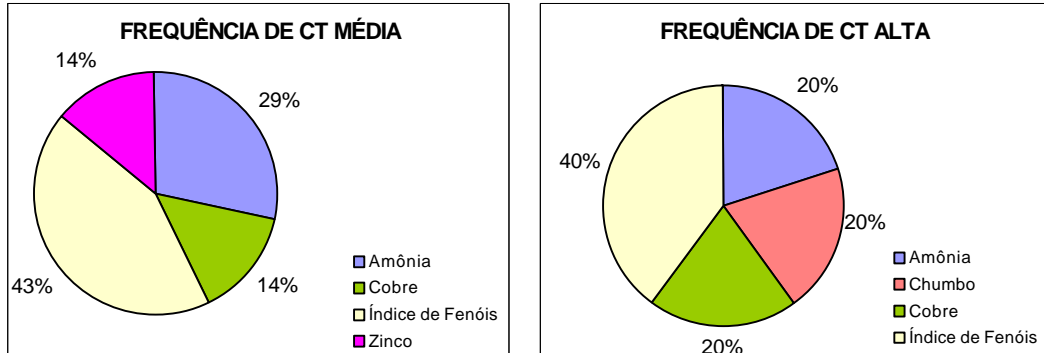


Figura 8.17: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF2

Rio São Francisco – Sul

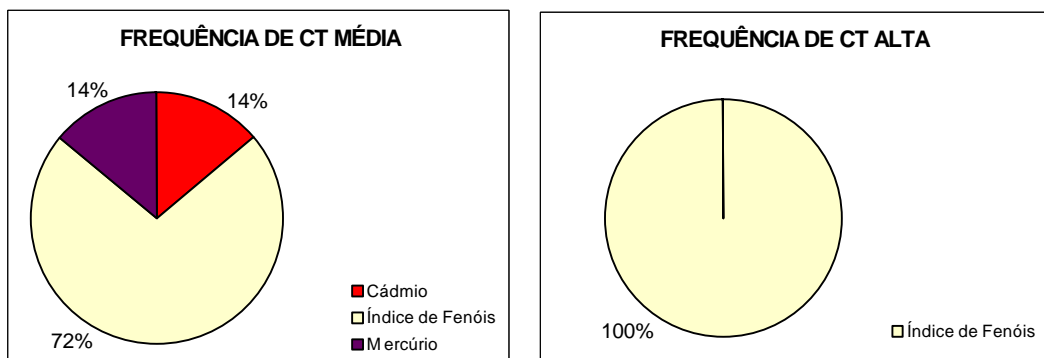


Figura 8.18: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs SF1 e SF4

Rio São Francisco – Norte

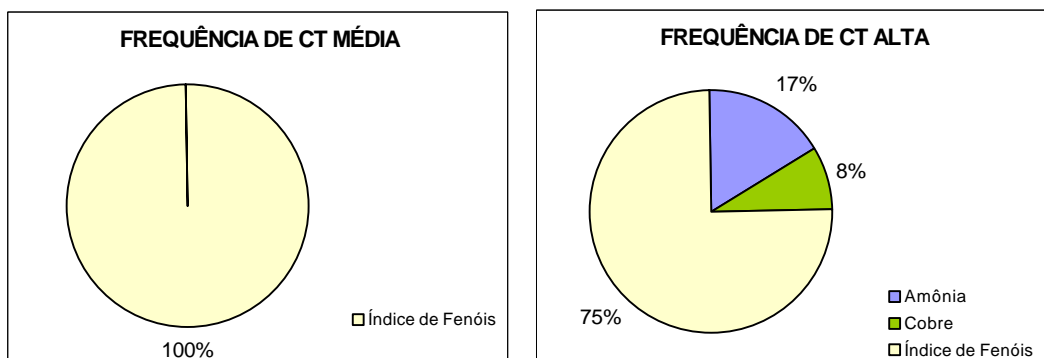


Figura 8.19: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

BACIA DO RIO GRANDE

Na bacia do rio Grande, predominou em 2003, a Contaminação por Tóxicos Baixa em 57% das estações de amostragem. As demais ocorrências, distribuídas nas condições de CT Média e Alta foram decorrentes dos parâmetros cobre, mercúrio e índice de fenóis.

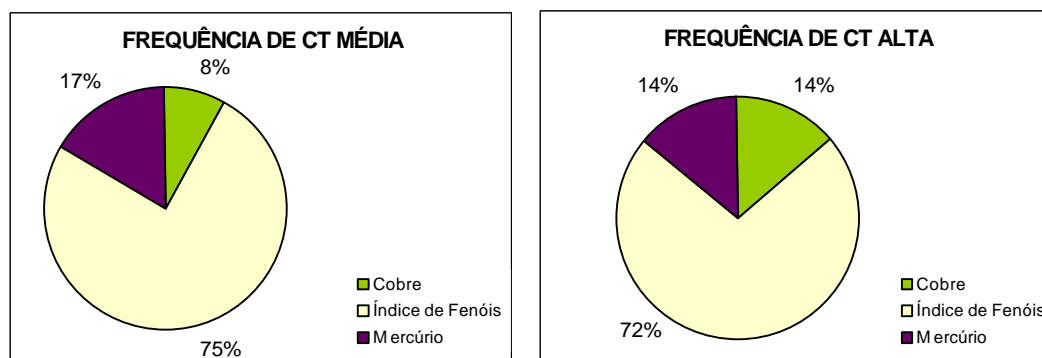


Figura 8.20: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UGRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO DOCE

Na bacia do rio Doce, predominou em 2003, a Contaminação por Tóxicos Baixa em 47% das estações de amostragem. As demais ocorrências estão distribuídas nas condições de CT Média e Alta. Valores dos Índices de fenóis, cádmio e zinco resultaram na CT Alta.

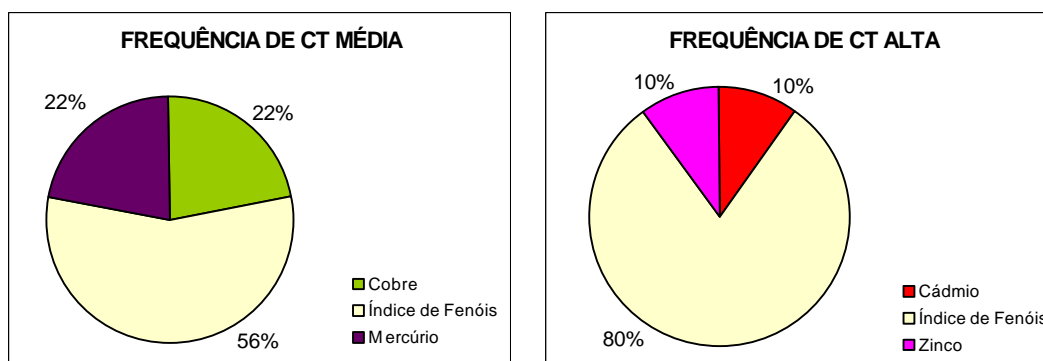


Figura 8.21: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UGRHs DO1 a DO5

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Na bacia do rio Paraíba do Sul foram equivalentes as ocorrências em 2003 da Contaminação por Tóxicos Baixa e Alta, sendo ambas em 38% das estações de amostragem. Valores dos Índices de fenóis, amônia e cádmio resultaram na CT Média.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

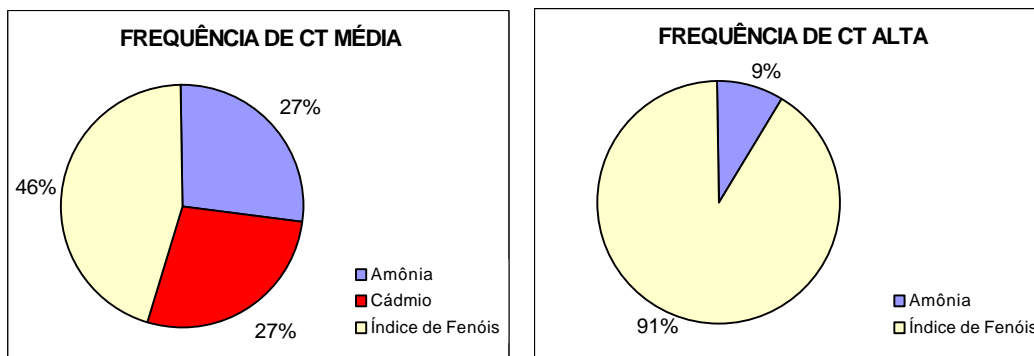


Figura 8.22: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs PS1 e PS2

BACIA DO RIO PARANAÍBA

Na bacia do rio Paranaíba, predominou em 2003, a Contaminação por Tóxicos Baixa em 61% das estações de amostragem. As demais ocorrências estão distribuídas nas condições de CT Média e Alta. Valores de cobre e zinco resultaram na CT Alta.

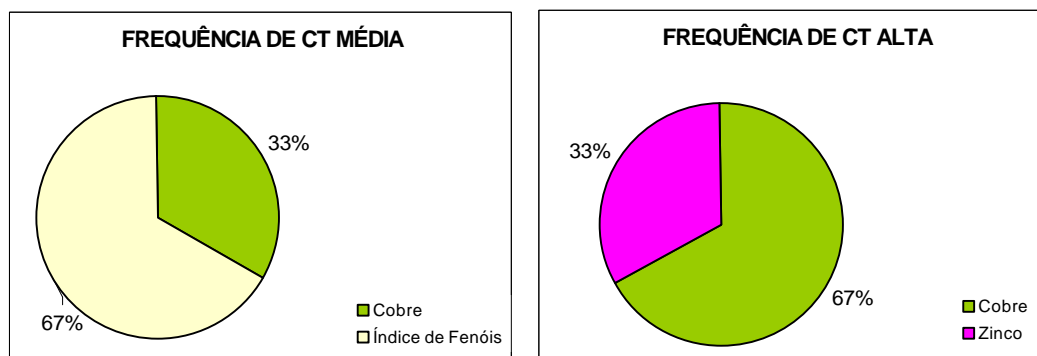


Figura 8.23: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs PN1, PN2 e PN3

BACIAS DOS RIOS JEQUITINHONHA, PARDO E MUCURI

Na bacia dos rios Jequitinhonha, Pardo e Mucuri, predominaram em 2003, a Contaminação por Tóxicos Baixa e Média correspondendo respectivamente, a 46% e 38% das estações de amostragem. A Contaminação por Tóxicos Alta foi decorrentes dos valores de Índices de fenóis, cobre e mercúrio.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

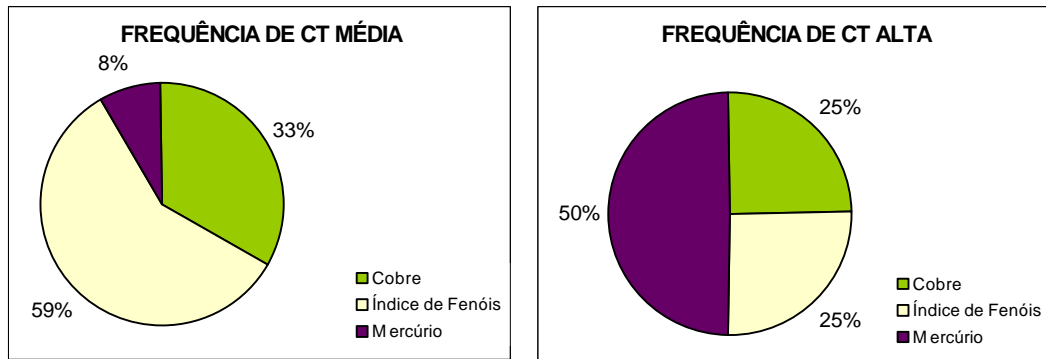


Figura 8.24: Frequência da ocorrência de parâmetros, responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1

8.3. Parâmetros em desacordo com a legislação

8.3.1. No Estado de Minas Gerais

A Figura 8.25 mostra a ocorrência de metais em desconformidade com os limites estabelecidos na DN COPAM 10/86 no Estado de Minas Gerais em 2003. Assim como no ano anterior, o alumínio permaneceu como o metal que apresentou concentrações com maior frequência de desconformidades no Estado de Minas Gerais, com um aumento de 2,2% em 2003, totalizando 98,7%. O Manganês vêm em seguida, com uma pequena redução nas ocorrências de desconformidades em 2003 de 0,5%, totalizando 34,4%. Merece destaque também o ferro solúvel, que apresentou um aumento da frequência em desacordo com o limite estabelecido em 5%, totalizando 21,6%, e o cobre, que apresentou uma redução de 1,3%, totalizando 3,4%.

Estes metais são importantes constituintes da camada de substratos dos solos no Estado de Minas Gerais, sendo assim, podem ser considerados constituintes naturais das águas das bacias hidrográficas do território mineiro. A frequência constante e elevada das concentrações destes parâmetros em Minas Gerais pode estar relacionada com as atividades do setor minerário e metalúrgico, além do manejo inadequado dos solos sem os devidos cuidados para preservação da vida aquática.

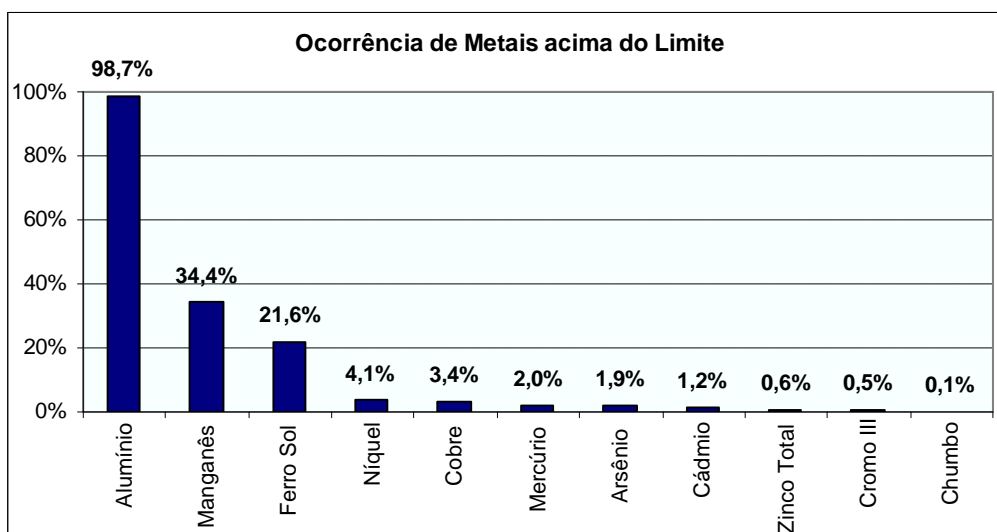


Figura 8.25: Frequência da ocorrência de metais fora dos limites estabelecidos na legislação

Em relação aos demais parâmetros monitorados pôde-se observar que o fosfato total continua sendo o que apresenta maior número de ocorrências em desacordo com o limite estabelecido na legislação do Estado de Minas Gerais. No entanto, registrou-se uma diminuição de 3,9% das ocorrências em relação ao último ano, totalizando 81,2% em 2003. São ainda relevantes, as frequências de ocorrências de coliformes fecais e totais, que também apresentaram uma pequena diminuição na frequência em 2003, na ordem de 2% e 0,8%, respectivamente. Vale destacar ainda, a redução da frequência dos parâmetros cor e índice de fenóis, em 4,3% e 13,2%, respectivamente,

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

em 2003. Os demais parâmetros não tiveram grandes variações em suas frequências no ano de 2003.

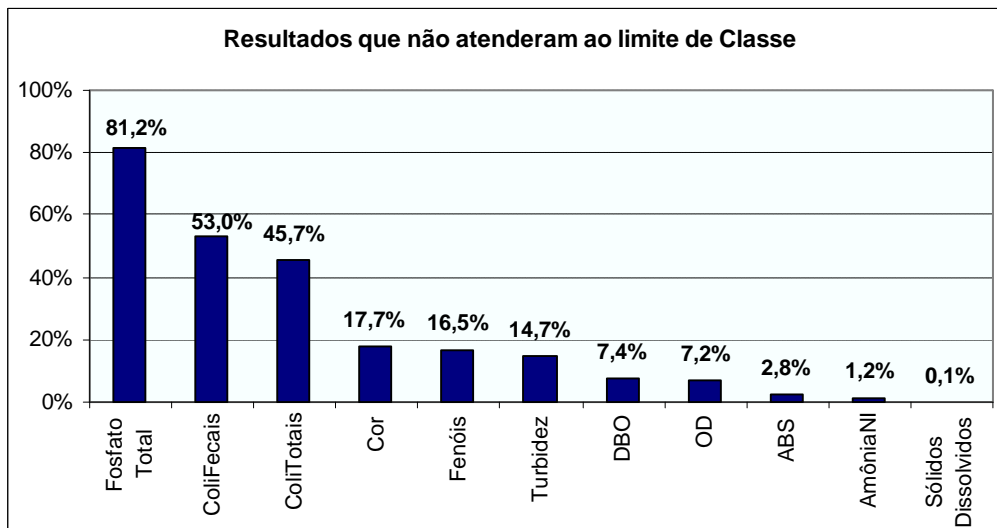


Figura 8.26: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação.

8.3.2. Nas bacias hidrográficas

Os parâmetros que estiveram em desacordo com os limites de classe de enquadramento nas bacias hidrográficas de Minas Gerais em 2003 serão apresentados nas figuras seguintes. O fosfato total está presente em concentrações elevadas predominando na maioria das bacias mineiras, com exceção das bacias dos rios Doce, Grande e Paraíba do Sul, onde predominam as ocorrências de alumínio que é analisado apenas nessas bacias.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Bacia do Rio das Velhas

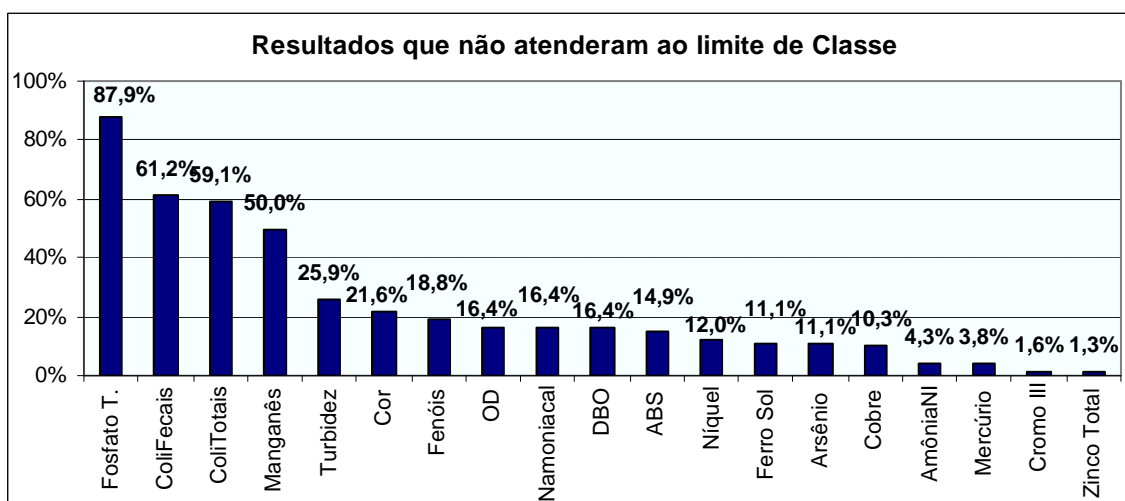


Figura 8.27: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF5

Bacia do Rio Paraopeba

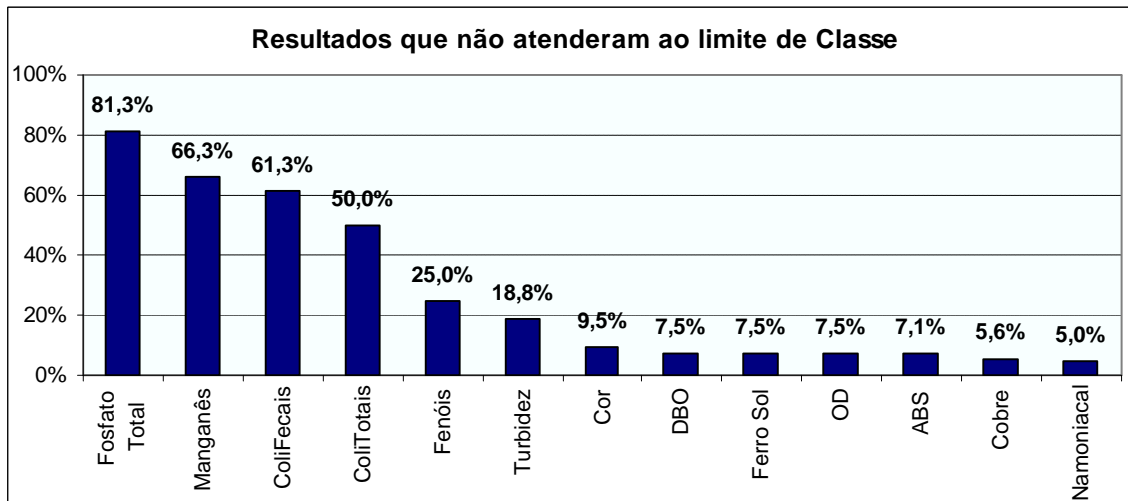


Figura 8.28: Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF3

Bacia do Rio Pará

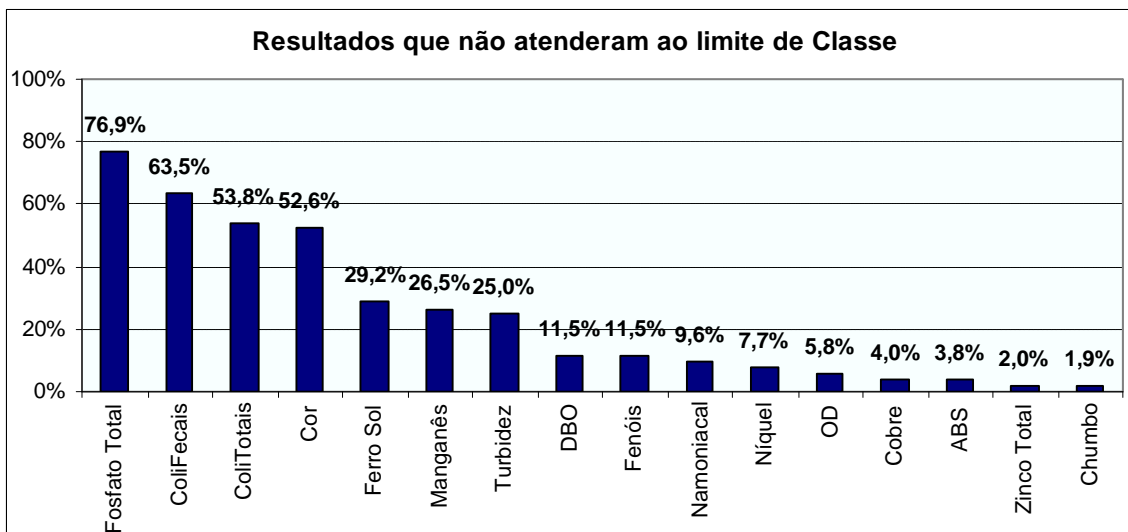


Figura 8.29: Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF2

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Rio São Francisco – Sul

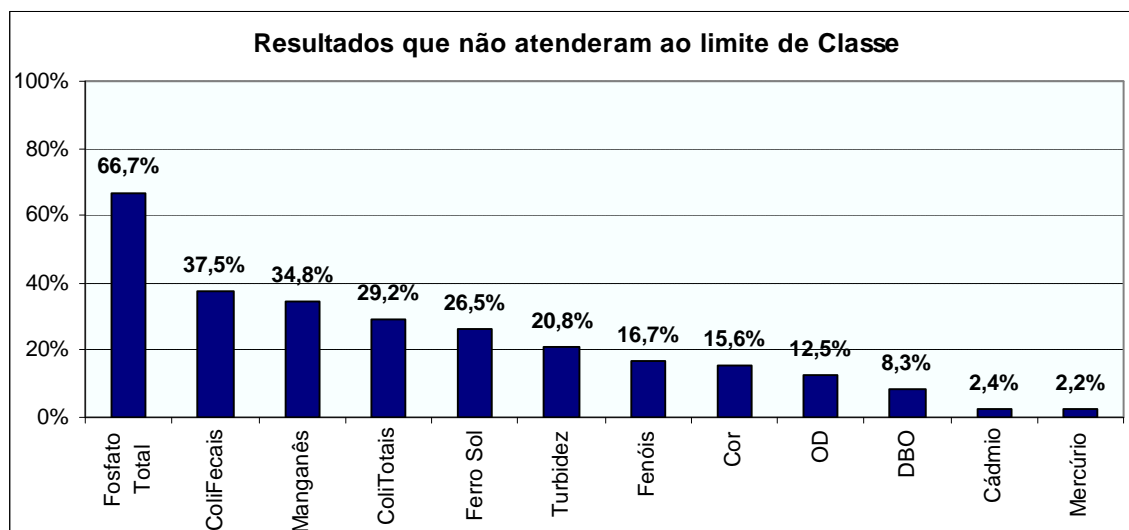


Figura 8.30: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF1 e SF4

Rio São Francisco - Norte

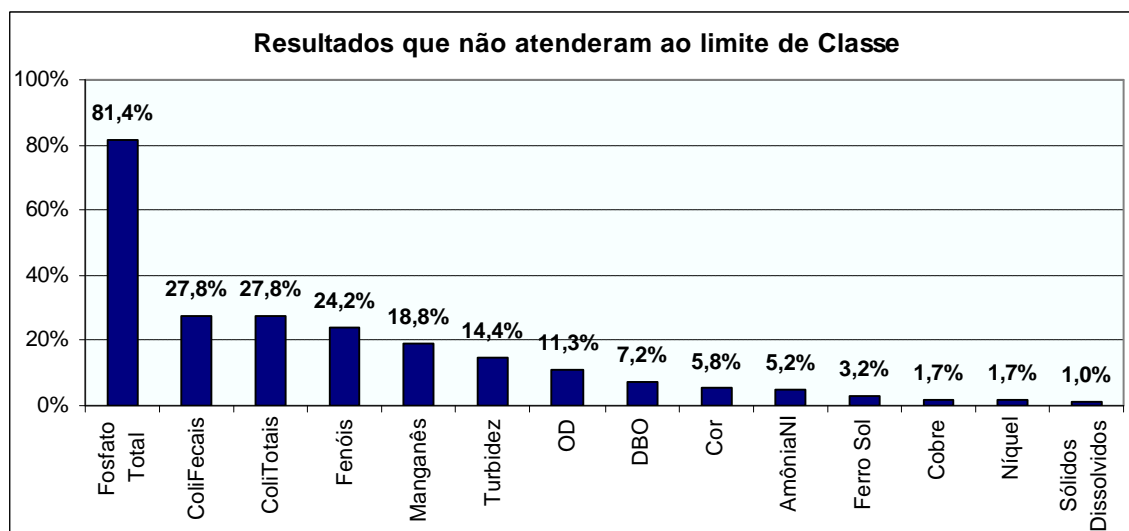


Figura 8.31: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

BACIA DO RIO GRANDE

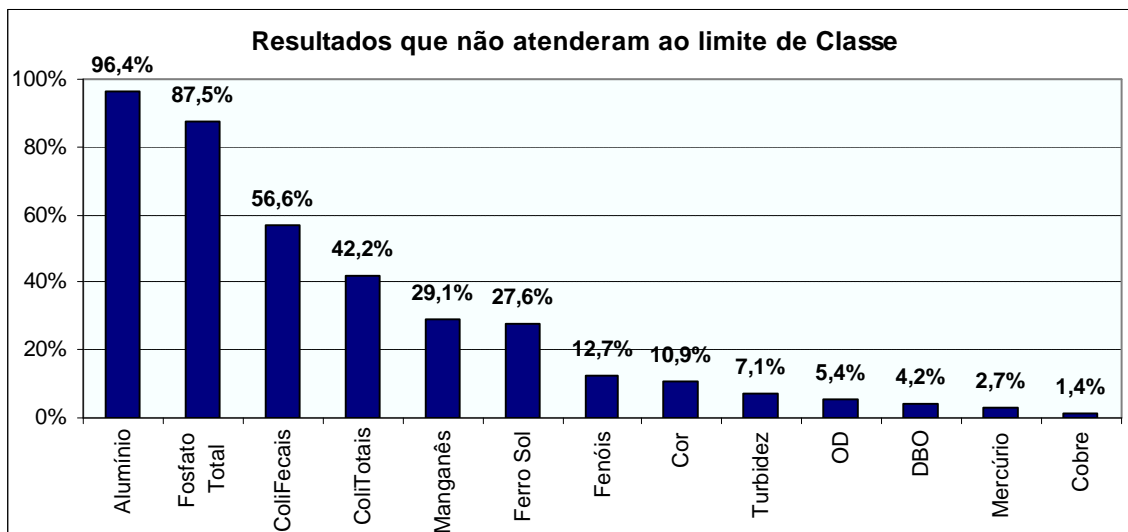


Figura 8.32: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO DOCE

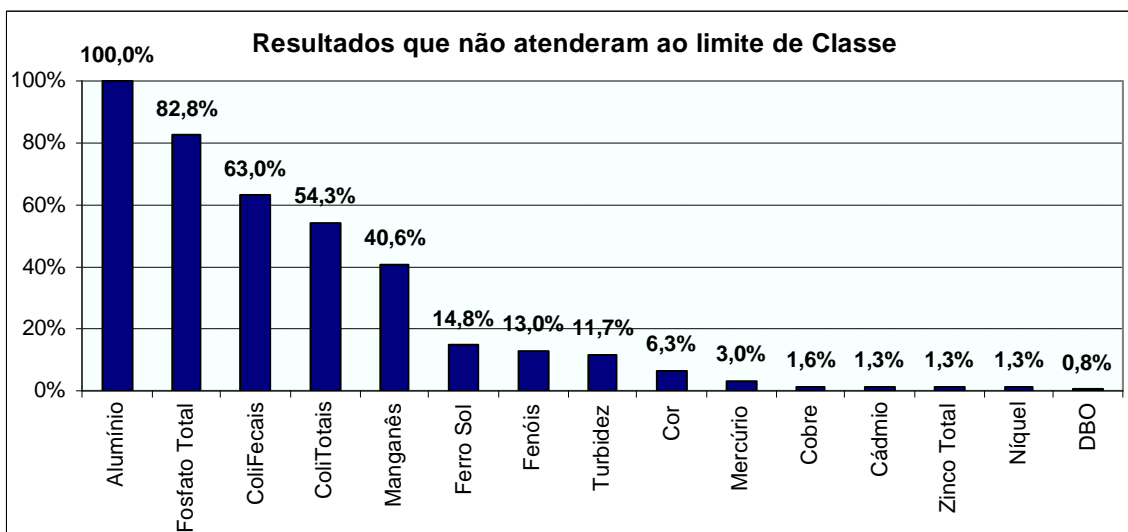


Figura 8.33: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH DO1 a DO5

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

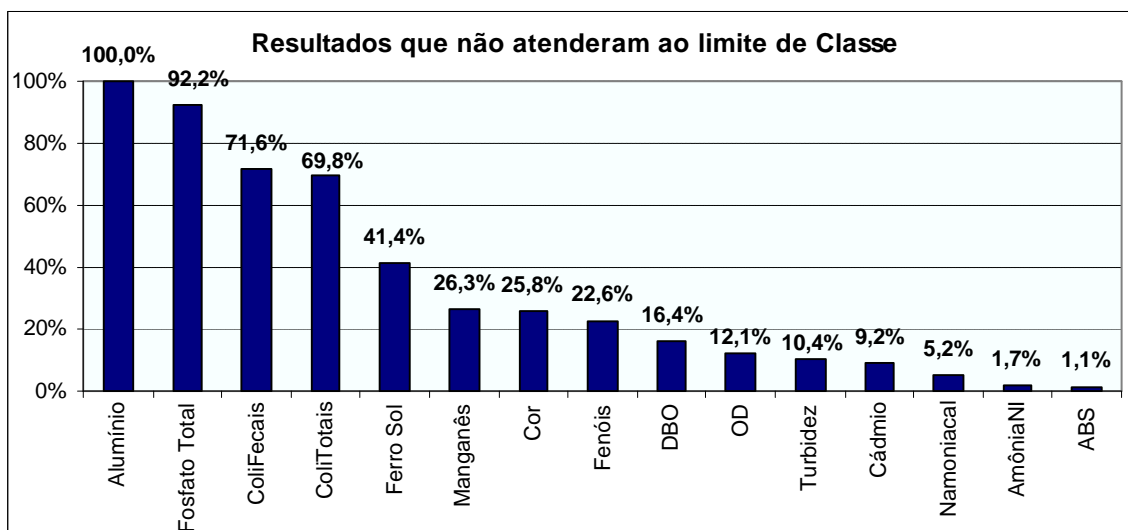


Figura 8.34: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH PS1 e PS2

BACIA DO RIO PARANAÍBA

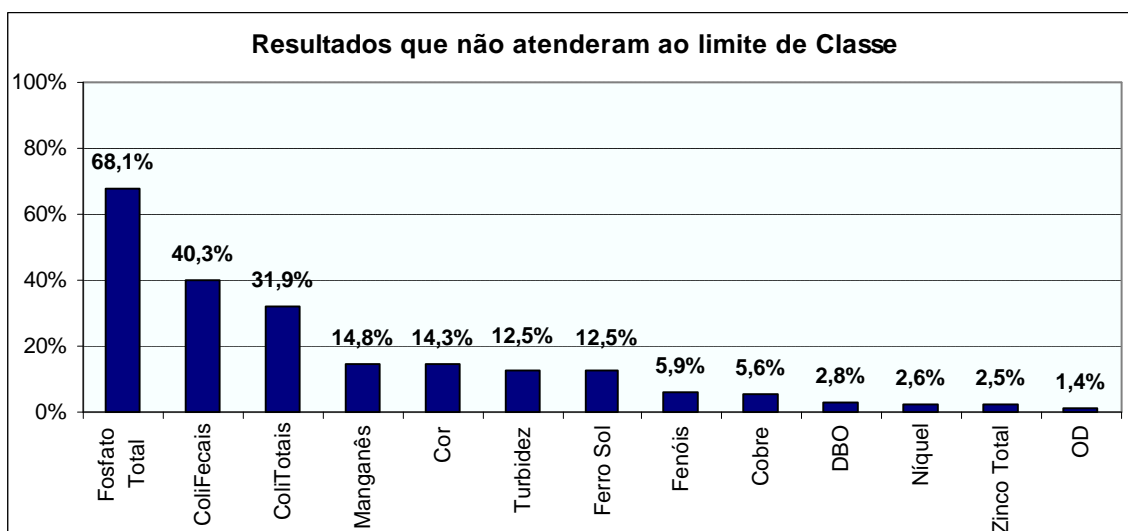


Figura 8.35: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs PN1, PN2 e PN3

BACIAS DOS RIOS JEQUITINHONHA, MUCURI E PARDO

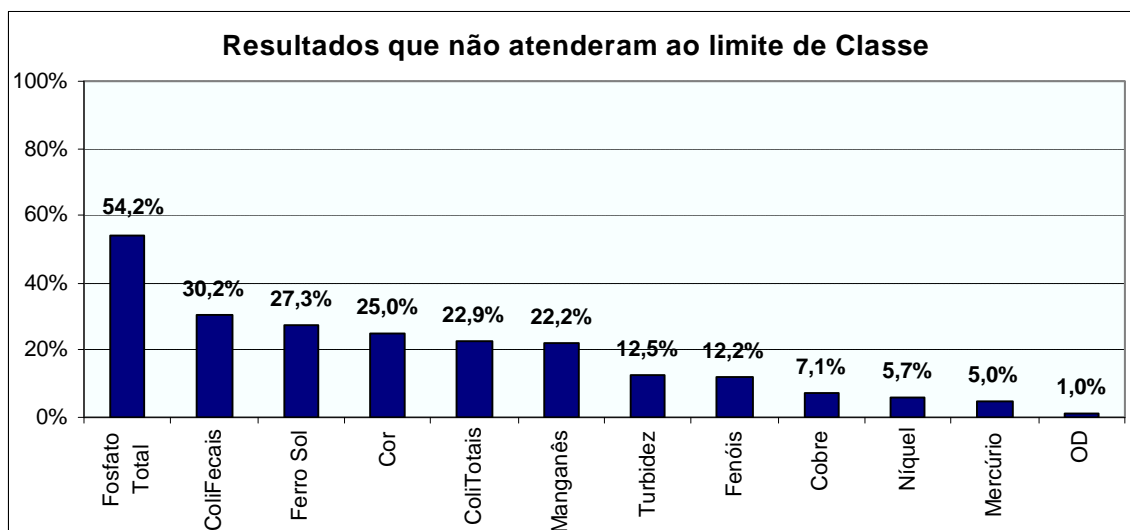


Figura 8.36: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPRGs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1

8.4. Ensaio de Toxicidade

Durante o ano de 2003 foram realizados 127 (cento e vinte e sete) ensaios de toxicidade crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* em 32 estações de amostragem por semestre. Apenas o ponto localizado no rio Verde Grande (VG011), na 3ª campanha, não pôde ser coletado por apresentar-se com o leito seco.

As estações de coleta durante as duas primeiras campanhas, de janeiro a junho, estiveram distribuídas nas bacias do rio das Velhas, Paraopeba, Grande, Doce, Paraíba do Sul e Paranaíba. A Tabela 8.1 mostra os resultados dos testes nas datas de coleta em cada estação amostrada.

Tabela 8.1: Resultados dos testes de ecotoxicidade na primeira e na segunda campanhas de 2003.

Bacia	Estação	Campanha	
		1ª	2ª
Rio Grande	BG010 Ribeirão Caieiro próximo de sua foz no rio das Mortes		
	BG012 Rio das Mortes a montante da foz do ribeirão Caieiro		
	BG013 Rio das Mortes a jusante da cidade de Barroso		
	BG027 Rio Verde a jusante da confluência com rio Capivari		
	BG037 Rio Verde a jusante da cidade de Varginha		
	BG051 Rio Grande a jusante do reservatório de Furnas		
	BG057 Rio Gameleira a montante do reservatório de Volta Grande		



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 8.1: Resultados dos testes de ecotoxicidade na primeira e na segunda campanhas de 2003. (continuação)

Bacia	Estação	Campanha	
		1 ^a	2 ^a
Rio Paraopeba	BP068 Rio Paraopeba no Fecho do Funil		
	BP072 Rio Paraopeba a jusante do rio Betim		
	BP076 Ribeirão dos Macacos a montante do rio Paraopeba		
	BP082 Rio Paraopeba em Cachoeirinha		
	BP083 Rio Paraopeba a jusante do ribeirão dos Macacos		
Rio Paraíba do Sul	BS002 Rio Paraíba a jusante da localidade de Chapéu d'Uvas		
	BS032 Rio Paraíba a montante do rio Paraíba do Sul		
Rio Paranaíba	PB005 Rio Paranaíba a montante do reservatório de Emborcação		
	PB022 Rio Paranaíba a montante do reservatório de Emborcação		
	PB023 Rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia		
Rio Doce	RD027 Rio Santa Bárbara em Santa Rita das Pacas		
	RD034 Rio Piracicaba a jusante de Coronel Fabriciano		
	RD045 Rio Doce a jusante da cidade de Governador Valadares		
Rio das Velhas	BV013 Rio das Velhas a montante do rio Itabira		
	BV063 Rio das Velhas a jusante do ribeirão Água Suja		
	BV130 Ribeirão da Mata a montante do rio das Velhas		
	BV135 Rio Taquaraçu a montante da foz do rio das Velhas		
	BV139 Rio das Velhas a montante da ETA de Bela Fama		
	BV141 Rio das Velhas em Santana do Pirapama		
	BV142 Rio das Velhas a montante do rio Paraúna		
	BV146 Rio das Velhas a jusante do rio Pardo		
	BV153 Rio das Velhas a jusante do ribeirão da Mata		
	BV156 Rio das Velhas a montante do rio Jabuticabas		
	BV161 Ribeirão Santo Antônio a montante do rio das Velhas		
	BV162 Rio Cipó a montante do rio Paraúna		

	Não Tóxico
	Toxicidade Crônica
	Aguda com letalidade em 24 horas
	Aguda com letalidade em 48 horas
	Aguda com letalidade em 72 horas
	Aguda com letalidade em 96 horas







Nas duas últimas campanhas de amostragem, realizadas entre julho a dezembro, as estações de coleta foram redistribuídas e concentraram-se nas bacias do rio Grande e Paranaíba. Essas bacias foram selecionadas por apresentarem grande afinidade com a atividade agropecuária no Estado. Este procedimento orientou-se pelas ocorrências de metais pesados observados na série histórica de monitoramento em regiões de predominância das atividades agropecuárias. Como os testes ecotoxicológicos têm maior sensibilidade na detecção de agroquímicos, a aplicabilidade dos mesmos nas áreas do estado onde existe a maior concentração de uso se justifica. Soma-se, ainda, uma estação de

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

amostragem no rio Manhuaçu (Bacia do rio Doce), outra no rio Preto a jusante da cidade de Unaí e mais uma no rio Verde Grande próximo a sua foz, na bacia do rio São Francisco. A Tabela 8.2 mostra os resultados dos testes nas datas de coleta em cada estação amostrada.

Tabela 8.2: Resultados dos testes de ecotoxicidade na terceira e na quarta campanhas de 2003.

Bacia	Estação	Campanha	
		3ª	4ª
Rio Grande	BG001 Rio Grande na cidade de Liberdade		
	BG003 Rio Grande a montante do reservatório de Camargos		
	BG007 Rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga		
	BG009 Rio Capivari próximo de sua foz no rio Grande		
	BG011 Rio das Mortes a montante da cidade de Barbacena		
	BG019 Rio Grande a montante do reservatório de Furnas		
	BG021 Rio Jacaré a montante do reservatório de Furnas		
	BG028 Rio Verde na cidade de Soledade de Minas		
	BG029 Rio Baependi próximo de sua foz no rio Verde		
	BG031 Rio Lambari próximo de sua foz no rio Verde		
	BG035 Rio Verde na localidade de Flora		
	BG036 Rio Palmela na proximidade de sua foz no rio Verde		
	BG044 Rio Sapucaí-mirim a montante da cidade de Pouso Alegre		
	BG047 Rio Sapucaí a montante da cidade de Careaçú		
	BG049 Rio Sapucaí a montante do reservatório de Furnas		
	BG055 Rio São João a montante do reservatório de Peixoto		
BG059 Rio Uberaba a montante do reservatório de Porto Colômbia			
Rio Paranaíba	PB003 Rio Paranaíba a jusante da cidade de Patos de Minas		
	PB007 Rio Paranaíba entre os reserv. de Emborcação e Itumbiara		
	PB009 Rio Jordão a jusante da cidade de Araguari		
	PB011 Rio Quebra Anzol a montante do reservatório de Nova Ponte		
	PB013 Rio Capivara a jusante da cidade de Araxá		
	PB017 Rio Araguari a montante do reservatório de Nova Ponte		
	PB019 Rio Araguari a jusante do reservatório de Miranda		
	PB023 Rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia		
	PB025 Rio Paranaíba a jusante do reservatório de Itumbiara		
	PB027 Rio Tijuco a montante do reservatório de São Simão		
	PB029 Rio da Prata a montante do reservatório de São Simão		
PB033 Rio São Domingos próximo de sua foz no rio Paranaíba			
Rio Paracatu	PT007 Rio Preto a jusante da cidade de Unaí		
Rio Doce	RD064 Rio Manhuaçu em Santana do Manhuaçu		
Rio Verde Grande	VG011 Rio Verde Grande próximo de sua foz no rio São Francisco		

	Não Tóxico
	Toxicidade Crônica
	Aguda com letalidade em 24 horas
	Aguda com letalidade em 48 horas
	Aguda com letalidade em 72 horas
	Aguda com letalidade em 96 horas

As análises dos dados evidenciaram que:

- Os testes apontaram águas com efeitos tóxicos em todas as bacias hidrográficas analisadas;
- Nas duas primeiras campanhas, do total de 32 pontos, 18 apresentaram toxicidade;
- Com relação aos resultados observados no período de 2001/2002, para os pontos das primeiras campanhas percebe-se uma melhoria dos resultados;
- Nas campanhas realizadas a partir do segundo semestre de 2003, das 32 estações, 22 apresentaram efeitos tóxicos;
- Na 4ª campanha, o número de estações que apresentaram toxicidade foi maior que nas coletas da campanha anterior;
- Na bacia do rio Grande ocorreu o maior número de estações com efeitos tóxicos, 14 registros no total;
- Na bacia do rio Paranaíba – rio Araguari e rio Paranaíba - ocorreram 3 estações (PB011, PB017 e PB025) onde, em ambas análises, foi detectado efeito tóxico;
- Nas estações de coleta localizadas nas bacias do rio Doce e São Francisco não foram encontrados resultados positivos para a ecotoxicidade.

Com a redistribuição dos pontos amostrais no segundo semestre de 2003, as análises foram efetuadas apenas em duas campanhas de amostragem. Entretanto, foram indicativas de que as bacias do rio Grande e Paranaíba apresentam problemas com a toxicidade das águas. Destaca-se a sub-bacia do rio Araguari onde, em duas estações de coleta localizadas à montante da represa de Nova Ponte, foram detectados efeitos tóxicos nas duas análises realizadas. Pode-se ressaltar também o efeito do período chuvoso, quando se observa o maior número de ocorrências de resultados positivos para o teste, coincidindo com discussões anteriores.

8.5. Mortandade de Peixes

No Anexo E estão listados os locais das ocorrências de mortandade de peixes que foram comunicadas à FEAM, por meio de Boletim de Ocorrência (B.O.) no período de 1996 a 2003.

Segundo o relatório da FEAM (2004) sobre as ocorrências de mortandade de peixes apuradas pela Polícia Ambiental em 2003, foram reportados um total de 17 casos para o estado de Minas Gerais. Ao analisar os dados apresentados nas Figuras 8.37 e 8.38, constatou-se que:

- A bacia do rio São Francisco apresentou o maior número das ocorrências, com 34% dos casos no estado;
- 24% dos casos ocorreram na bacia do rio Grande;
- As bacias do rio Pardo e Jequitinhonha apresentaram apenas uma mortandade durante o ano 2003;
- Os casos reportados abrangeram o período entre fevereiro e outubro, quando uma a duas ocorrências foram apuradas;

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

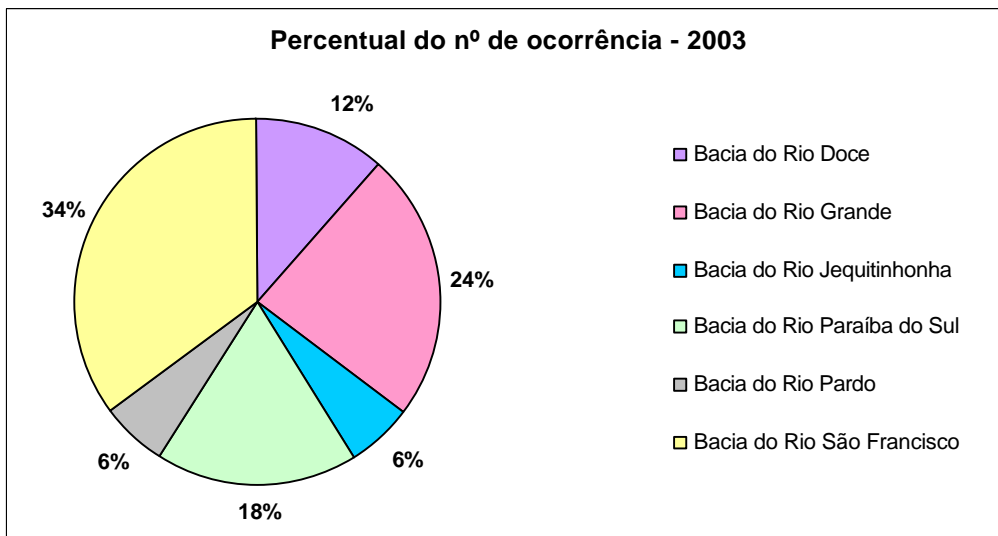


Figura 8.37: Frequência de ocorrências de mortandade de peixes nas bacias hidrográficas de Minas Gerais em 2003.

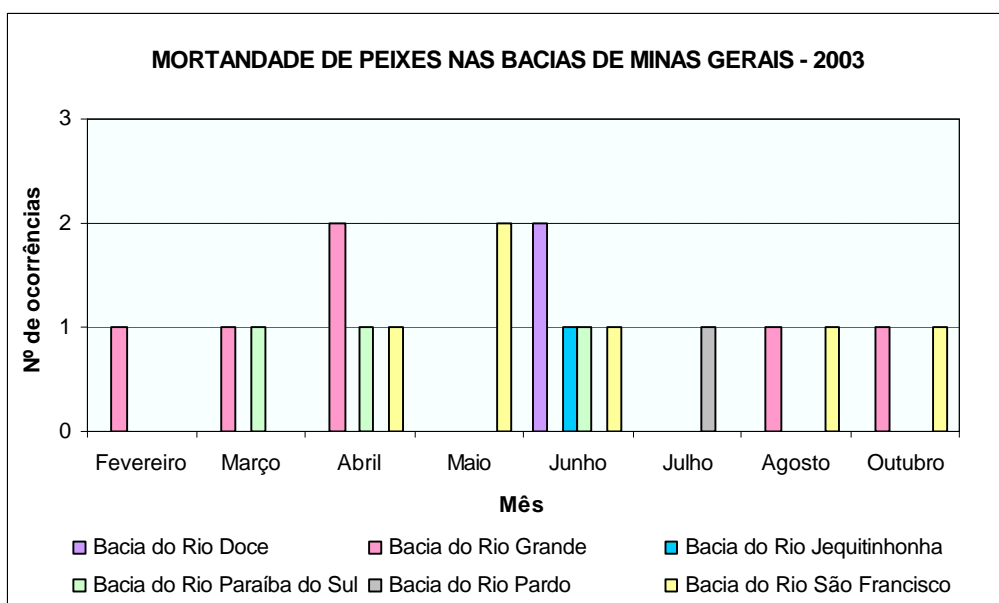


Figura 8.38: Número de ocorrências de mortandade de peixes registradas nas bacias hidrográficas de Minas Gerais ao longo do ano 2003.

A maioria das ocorrências, conforme o referido relatório, esteve relacionada aos efeitos conjuntos dos despejos domésticos e industriais nos corpos de água, fato evidenciado para o estado de MG no ano de 2002 (IGAM,2003).

Em março ocorreu um acidente de grandes proporções na bacia do rio Paraíba do Sul, devido ao rompimento da barragem de contenção de rejeitos da indústria de papel Cataguases. Neste acidente ocorreu grave mortandade de peixes em grande extensão da bacia do rio Pomba, incluindo o rio Paraíba do Sul no estado do Rio de Janeiro, no qual não foi emitido o Boletim de Ocorrência e elaborado o Parecer Técnico.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Apenas 59% das ocorrências de mortandade de peixes relatadas para o ano de 2003 possuíam significado técnico, isto é, foram elaborados Pareceres Técnicos, com respectivos Laudos. Desta forma, a análise dos dados destas ocorrências ficaram prejudicadas, por falta de confirmação das causas prováveis das mortandades de 7 casos, dentre o total de 17.

8.6. A Situação Atual das Outorgas em Minas Gerais

A Tabela 8.3 mostra as vazões outorgadas por uso e por bacia hidrográfica para o Estado de Minas Gerais no ano de 2003. A Tabela 8.4 mostra o percentual de vazão em relação ao total outorgado na bacia hidrográfica considerada.

Tabela 8.3: Vazões outorgadas em Minas Gerais no ano de 2003.

Bacia	Tipo de uso	Uso (m ³ /s)				Total
		Abastecimento	Industrial ¹	Irrigação	Outros ²	
Rio Doce	Superficial	0,159	3,093	0,078	0,011	3,340
	Subterrânea	0,020	0,006	0,000	0,026	0,051
	Total	0,178	3,099	0,078	0,037	3,391
Rio Paranaíba	Superficial	0,576	0,230	6,037	0,099	6,942
	Subterrânea	0,025	0,052	0,431	0,139	0,646
	Total	0,601	0,282	6,468	0,237	7,588
Rio Paraíba do Sul	Superficial	0,000	0,091	0,012	0,011	0,113
	Subterrânea	0,000	0,021	0,000	0,018	0,039
	Total	0,000	0,112	0,012	0,028	0,152
Rio Grande	Superficial	1,597	0,386	1,062	0,117	3,162
	Subterrânea	0,005	0,070	0,003	0,077	0,155
	Total	1,602	0,456	1,065	0,194	3,317
Rio Jequitinhonha	Superficial	0,001	0,007	0,105	0,015	0,127
	Subterrânea	0,025	0,000	0,000	0,008	0,033
	Total	0,026	0,007	0,105	0,023	0,160
Rio Pardo	Superficial	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Subterrânea	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Total	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Mucuri	Superficial	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Subterrânea	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Total	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Paraopeba	Superficial	0,000	0,039	0,341	0,029	0,409
	Subterrânea	0,003	0,026	0,025	0,062	0,116
	Total	0,003	0,066	0,366	0,090	0,525
Rio Pará	Superficial	0,000	0,015	0,200	0,055	0,270
	Subterrânea	0,019	0,046	0,000	0,040	0,105
	Total	0,019	0,061	0,200	0,095	0,375
Rio das Velhas	Superficial	0,003	0,060	0,138	0,016	0,217
	Subterrânea	0,040	0,091	0,001	0,067	0,199
	Total	0,043	0,151	0,139	0,083	0,415

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 8.3: Vazões outorgadas em Minas Gerais no ano de 2003.
(continuação)

Bacia	Tipo de uso	Uso (m ³ /s)				Total
		Abastecimento	Industrial ¹	Irrigação	Outros ²	
Rio São Francisco - Norte	Superficial	0,010	0,476	7,583	0,153	8,221
	Subterrânea	0,029	0,059	0,165	0,060	0,313
	Total	0,039	0,534	7,748	0,213	8,534
Rio São Francisco - Sul	Superficial	0,017	0,032	1,223	0,011	1,282
	Subterrânea	0,264	0,081	0,008	0,092	0,445
	Total	0,280	0,113	1,231	0,103	1,727
TOTAL	Superficial	2,362	4,428	16,778	0,516	24,083
	Subterrânea	0,429	0,452	0,633	0,588	2,103
	Total	2,791	4,880	17,411	1,104	26,185

1 - As outorgas para rebaixamento de nível de água subterrânea foram consideradas como de uso industrial.

2 - Incluem-se nessa categoria as outorgas para aquicultura, consumo humano, dessedentação animal, urbanismo, recreação, dentre outras.

Tabela 8.4: Porcentagem de uso em Minas Gerais em 2003.

Bacia	Tipo de uso	Uso (%)				Total	Em relação ao Estado
		Abastec.	Industrial ¹	Irrigação	Outros ²		
Rio Doce	Sup	4,7%	91,2%	2,3%	0,3%	98,5%	13,0%
	Subt	0,6%	0,2%	0,0%	0,8%	1,5%	
	Total	5,2%	91,4%	2,3%	1,1%	100,0%	
Rio Paranaíba	Sup	7,6%	3,0%	79,6%	1,3%	91,5%	29,0%
	Subt	0,3%	0,7%	5,7%	1,8%	8,5%	
	Total	7,9%	3,7%	85,2%	3,1%	100,0%	
Rio Paraíba do Sul	Sup	0,0%	59,6%	7,6%	7,0%	74,2%	0,6%
	Subt	0,0%	14,1%	0,0%	11,8%	25,8%	
	Total	0,0%	73,6%	7,6%	18,7%	100,0%	
Rio Grande	Sup	48,2%	11,6%	32,0%	3,5%	95,3%	12,7%
	Subt	0,1%	2,1%	0,1%	2,3%	4,7%	
	Total	48,3%	13,7%	32,1%	5,8%	100,0%	
Rio Jequitinhonha	Sup	0,3%	4,6%	65,3%	9,1%	79,3%	0,6%
	Subt	15,7%	0,0%	0,0%	5,0%	20,7%	
	Total	16,0%	4,6%	65,3%	14,1%	100,0%	
Rio Pardo	Sup	54,9%	0,0%	0,0%	0,0%	54,9%	0,0%
	Subt	0,0%	0,0%	0,0%	45,1%	45,1%	
	Total	54,9%	0,0%	0,0%	45,1%	100,0%	
Rio Mucuri	Sup	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Subt	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	
	Total	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	
Rio Paraopeba	Sup	0,0%	7,5%	65,0%	5,5%	77,9%	2,0%
	Subt	0,6%	5,0%	4,7%	11,8%	22,1%	
	Total	0,6%	12,5%	69,7%	17,2%	100,0%	

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 8.4: Porcentagem de uso em Minas Gerais em 2003. (continuação)

Bacia	Tipo de uso	Uso (%)				Total	Em relação ao Estado
		Abastec.	Industrial ¹	Irrigação	Outros ²		
Rio Pará	Sup	0,0%	3,9%	53,5%	14,8%	72,1%	1,4%
	Subt	4,9%	12,3%	0,0%	10,7%	27,9%	
	Total	4,9%	16,2%	53,5%	25,4%	100,0%	
Rio das Velhas	Sup	0,7%	14,5%	33,2%	3,8%	52,2%	1,6%
	Subt	9,7%	21,8%	0,2%	16,1%	47,8%	
	Total	10,4%	36,3%	33,4%	19,9%	100,0%	
Rio São Francisco - Norte	Sup	0,1%	5,6%	88,9%	1,8%	96,3%	32,6%
	Subt	0,3%	0,7%	1,9%	0,7%	3,7%	
	Total	0,5%	6,3%	90,8%	2,5%	100,0%	
Rio São Francisco - Sul	Sup	1,0%	1,8%	70,8%	0,6%	74,2%	6,6%
	Subt	15,3%	4,7%	0,5%	5,4%	25,8%	
	Total	16,2%	6,5%	71,3%	6,0%	100,0%	
TOTAL	Sup	9,0%	16,9%	64,1%	2,0%	92,0%	100,0%
	Subt	1,6%	1,7%	2,4%	2,2%	8,0%	
	Total	10,7%	18,6%	66,5%	4,2%	100,0%	

1 - As outorgas para rebaixamento de nível de água subterrânea foram consideradas como de uso industrial.
2 - Incluem-se nessa categoria as outorgas para aquicultura, consumo humano, dessedentação animal, urbanismo, recreação, dentre outras.

A Tabela 8.5 mostra a condição por bacia hidrográfica. Vale notar a grande diferença entre o número de outorgas concedidas no nordeste e na região oeste de Minas Gerais.

Outro fato importante a se observar é que o número de outorgas vem crescendo ano a ano conforme mostrado na Figura 8.39. Isso evidencia a maior preocupação dos usuários quanto a regulamentação do seu uso nos órgãos competentes.

Tabela 8.5: Número de outorgas em 2003 por bacia.

Bacia	Outorgas em 2003	
	nº de outorgas	% sobre o total
Rio Doce	154	9,4%
Rio Paranaíba	472	28,8%
Rio Paraíba do Sul	38	2,3%
Rio Grande	250	15,3%
Rio Jequitinhonha	55	3,4%
Rio Pardo	5	0,3%
Rio Mucuri	1	0,1%
Rio Paraopeba	85	5,2%
Rio Pará	113	6,9%
Rio das Velhas	108	6,6%
Rio São Francisco - Norte	188	11,5%
Rio São Francisco - Sul	170	10,4%
TOTAL	1.639	100,0%

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

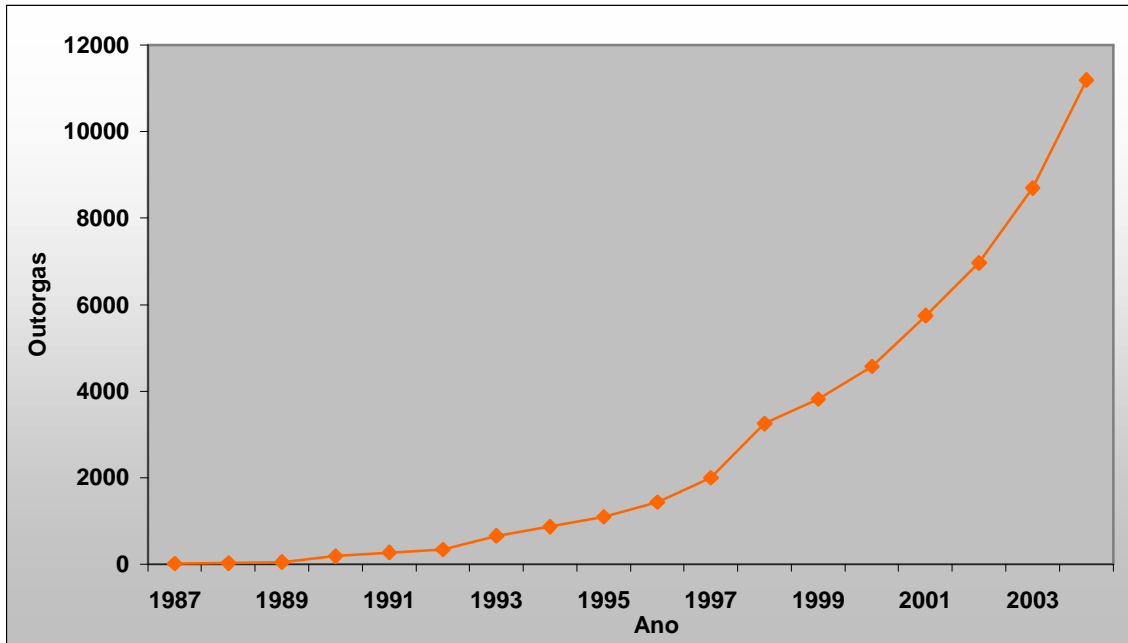


Figura 8.39: Evolução das outorgas ano a ano.

9. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUB-BACIA DO RIO PARAOPEBA

Caracterização Geral da Sub-Bacia

Área de Drenagem		12.090	km ²
Sede municipal na bacia		35	municípios
População aproximada (IBGE, 2000)	Urbana	814.609	habitantes
	Rural	94.877	habitantes
Outorgas Superficiais 2003		0,44	m ³ /s
Outorgas Subterrâneas 2003		373,45	m ³ /h

Usos do Solo

A atividade mineraria é desenvolvida em toda a sub-bacia, especialmente a extração de areia. A exploração de minério de ferro e manganês concentra-se na região do Quadrilátero Ferrífero, sub-bacias do rio Maranhão e dos ribeirões Sarzedo, Contendas e Barra, alto e médio cursos do rio Paraopeba, e a de ardósia no baixo curso. As atividades industriais, embora também estejam distribuídas por toda a região, destacam-se na sub-bacia do rio Maranhão, em Conselheiro Lafaiete, Ouro Branco e Congonhas, sub-bacia do ribeirão Sarzedo, em Ibirité, sub-bacia do rio Betim, em Betim, na sub-bacia do ribeirão dos Macacos, em Sete Lagoas e Cachoeira da Prata, bem como no município de Paraopeba. Sobressaem-se os ramos industriais metalúrgico, têxtil, alimentício e químico. Na agropecuária, a horticultura é destacável no alto e especialmente médio curso, e a pecuária desenvolvida no baixo curso.

Usos da Água

Abastecimento doméstico e industrial, irrigação, mineração, dessedentação de animais, pesca e piscicultura.

Qualidade das Águas Superficiais

O Mapa 9.1 apresenta a distribuição espacial média de 2003 do Índice de Qualidade das Águas e da Contaminação por Tóxicos para a Bacia do rio Paraopeba. Cabe destacar a inclusão em 2003 de duas estações de amostragem – ribeirão Catarina a montante da confluência com o ribeirão Casa Branca (BP094) e ribeirão Casa Branca a jusante da localidade de Casa Branca (BP090) – com vistas a caracterizar a interferência nas águas das atividades econômicas e dos aglomerados urbanos localizados na região, para apoiar os trabalhos de avaliação ambiental do Programa Nacional de Meio Ambiente – PNMA II – sub-componente Ativos Ambientais. Esses ribeirões estão incluídos no sistema de produção de água para abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, gerenciado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA.

A Tabela 9.1 apresenta a descrição das estações de amostragem monitoradas na sub-bacia do rio Paraopeba em ordem numérica crescente.

Tabela 9.1: Descrição das estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba

Estação	Descrição	Latitude			Longitude			Altitude
		20	32	11	43	58	32	
BP026	Rio CAMAPUÃ na cidade de Jeceaba	20	32	11	43	58	32	840
BP027	Rio PARAPEBA logo após a foz do Rio Camapuã	20	31	18	43	58	49	840
BP029	Rio PARAPEBA na cidade de Belo Vale	20	24	28	44	01	15	800
BP036	Rio PARAPEBA na localidade de Melo Franco	20	11	44	44	07	22	760
BP068	Rio PARAPEBA no local denominado Fecho do Funil	20	05	34	44	12	38	720
BP070	Rio PARAPEBA a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo	20	02	21	44	15	17	720
BP071	Rio BETIM próximo de sua foz no Rio Paraopeba	19	57	49	44	16	03	720
BP072	Rio PARAPEBA a jusante da foz do Rio Betim	19	56	52	44	18	16	720
BP076	Ribeirão dos MACACOS próximo de sua foz no Rio Paraopeba	19	25	39	44	32	45	700
BP078	Rio PARAPEBA a jusante da foz do Rio Pardo	19	09	12	44	40	34	650
BP079	Rio PARAPEBA a montante da foz do Rio Pequeri	20	36	13	43	54	36	870
BP080	Rio MARANHÃO próximo de sua foz com o Rio Paraopeba	20	30	57	43	54	34	850
BP082	Rio PARAPEBA na localidade de Cachoeirinha	19	40	02	44	28	52	700
BP083	Rio PARAPEBA logo após a foz do Ribeirão dos Macacos	19	24	54	44	33	00	700
BP084	Rio MARANHÃO na localidade de Gagé	20	35	34	43	48	01	900
BP086	Ribeirão SARZEDO próximo de sua foz no Rio Paraopeba	20	03	04	44	13	21	720
BP088	Rio BETIM a jusante do Reservatório de Vargem das Flores	19	54	41	44	10	24	840
BP090	Rib. GRANDE a montante de sua confluência com o Cór. Capão Grosso	19	48	52	44	21	53	720
BP092	Ribeirão Casa Branca à montante da confluência com o Ribeirão Catarina	20	06	07	44	03	03	920
BP094	Ribeirão Catarina à montante da confluência com o Ribeirão Casa Branca	20	06	26	44	02	53	910

45°20'0"W 45°0'0"W 44°40'0"W 44°20'0"W 44°0'0"W 43°40'0"W

MAPA 9.1 - BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPRGH SF3 SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2003



18°40'0"S
19°0'0"S
19°20'0"S
19°40'0"S
20°0'0"S
20°20'0"S
20°40'0"S
21°0'0"S

18°40'0"S
19°0'0"S
19°20'0"S
19°40'0"S
20°0'0"S
20°20'0"S
20°40'0"S
21°0'0"S

Legenda

● Sede Municipal

■ UPRGH SF3

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

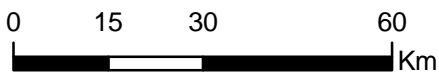
—	Sem Estação de Amostragem
—	Excelente FAIXA 90 < IQA ≤ 100
—	Bom FAIXA 70 < IQA ≤ 90
—	Médio FAIXA 50 < IQA ≤ 70
—	Ruim FAIXA 25 < IQA ≤ 50
—	Muito Ruim FAIXA 00 < IQA ≤ 25

CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS

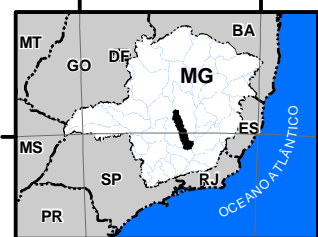
- Baixa
- Média
- Alta



1:1.200.000



Projeção Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central 45° W - Datum SAD69
2004
Fonte: Base Digital GeoMINAS
Execução: Projeto Águas de Minas



45°20'0"W 45°0'0"W 44°40'0"W 44°20'0"W 44°0'0"W 43°40'0"W

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

A evolução temporal do IQA médio anual no período de 1997 a 2003 (Figura 9.1) mostra a manutenção de águas de Média qualidade.

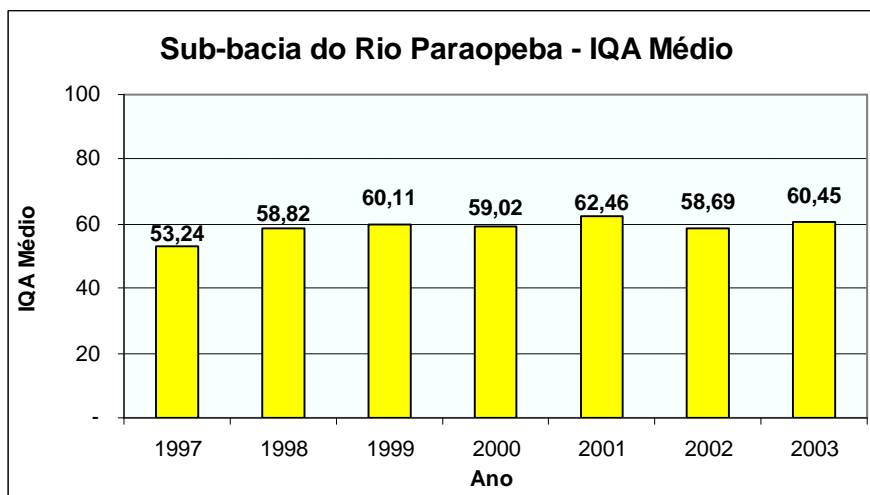


Figura 9.1: Evolução Temporal do IQA Médio na Sub-Bacia do Rio Paraopeba.

10. CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2003

10.1 Rio Paraopeba e seus afluentes

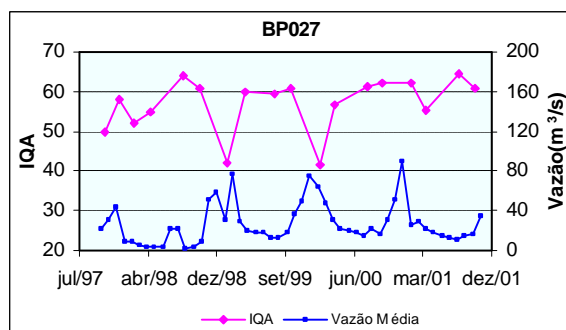
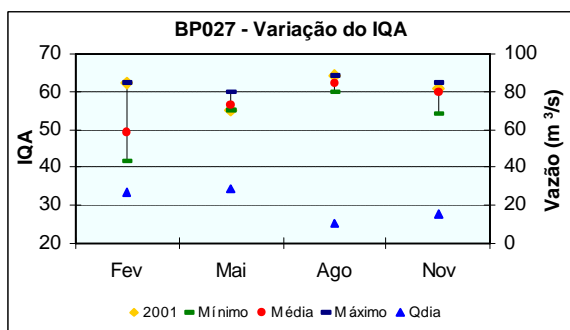
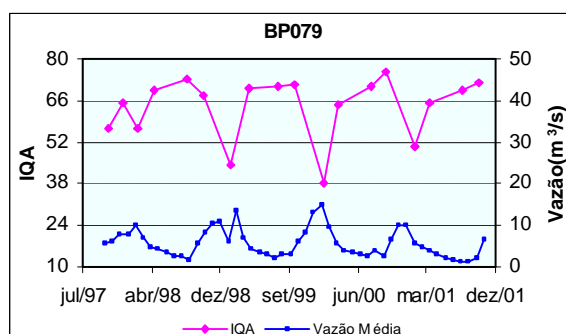
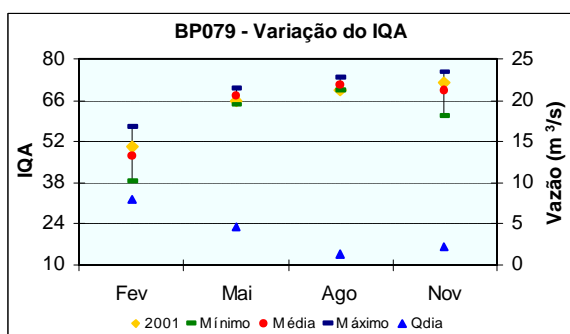
10.1.1 Rio Paraopeba

UPGRH SF3

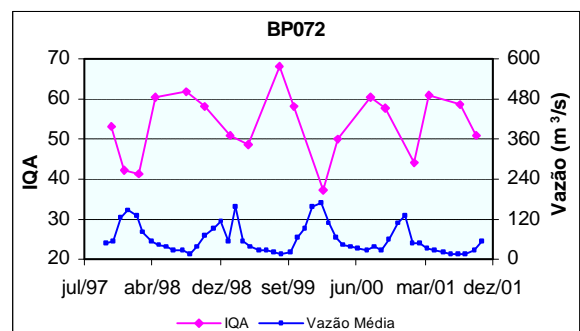
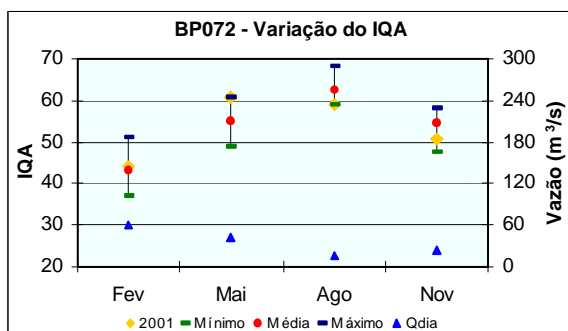
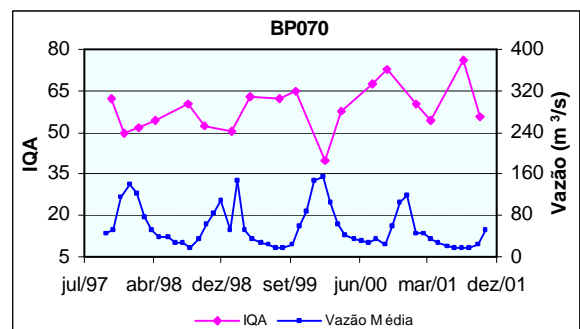
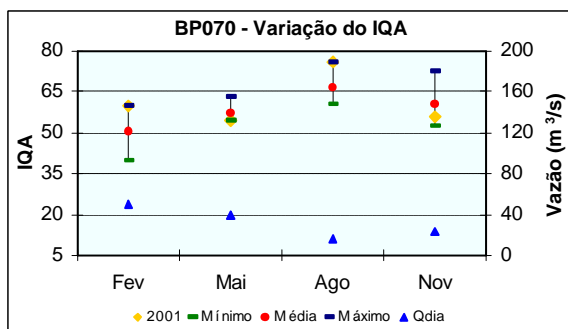
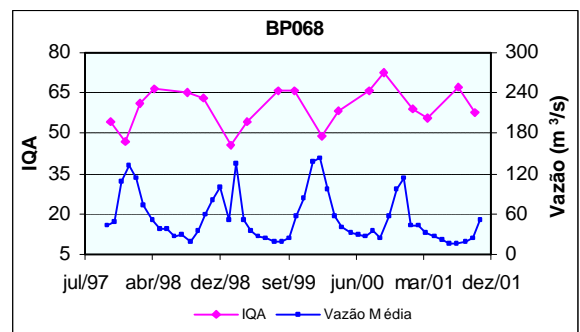
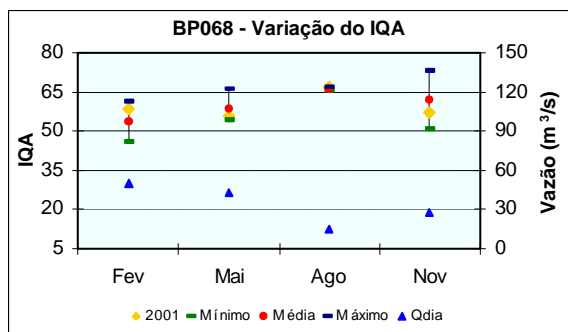
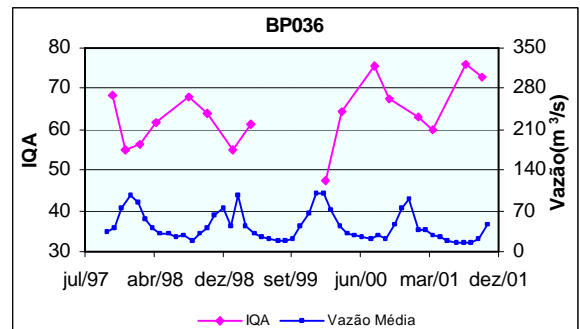
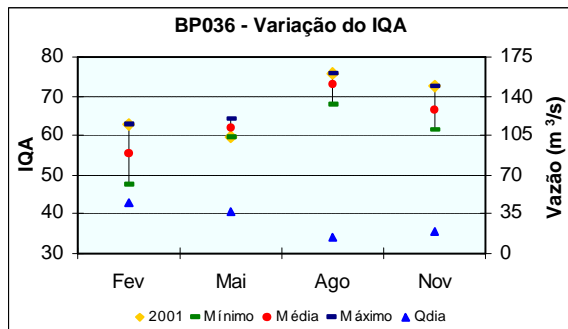
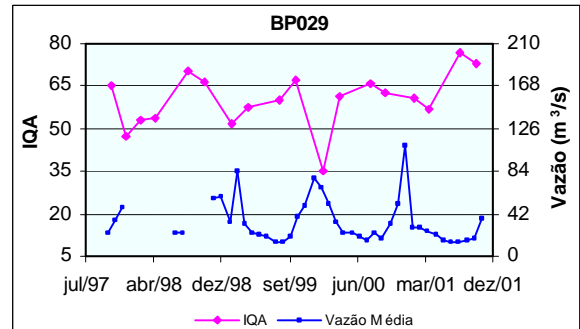
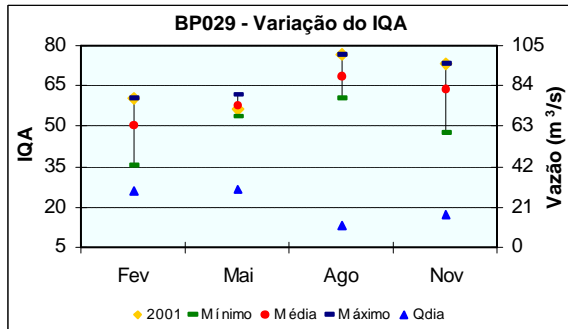
Estações de Amostragem: BP079, BP027, BP029, BP036, BP068, BP070, BP072, BP082, BP083 e BP078.

A média anual de 2003 do Índice de Qualidade das Águas – IQA permaneceu no nível Médio ao longo de todo o rio Paraopeba, condição observada desde 2000. Diferentemente do ano anterior, nenhuma estação de amostragem se destacou por ocorrência de IQA Muito Ruim. As águas que mostraram pior qualidade foram as coletadas no rio Paraopeba a montante da foz do rio Pequeri (BP079), rio Paraopeba logo após a foz do rio Camapuã (BP027) e rio Paraopeba na cidade de Belo Vale (BP029), com dois registros na faixa Ruim, ressaltando que essas estações localizam-se no alto e início do médio cursos da bacia. A situação mais favorável, em termos de IQA, foi observada nos pontos de coleta localizados no trecho final do baixo curso, rio Paraopeba logo após a foz do ribeirão dos Macacos (BP083) e rio Paraopeba a jusante da foz do rio Pardo (BP078), com ocorrência de registros nos níveis Médio e Bom. Os parâmetros que influenciaram o cálculo do IQA foram principalmente os coliformes fecais, fosfato total e turbidez.

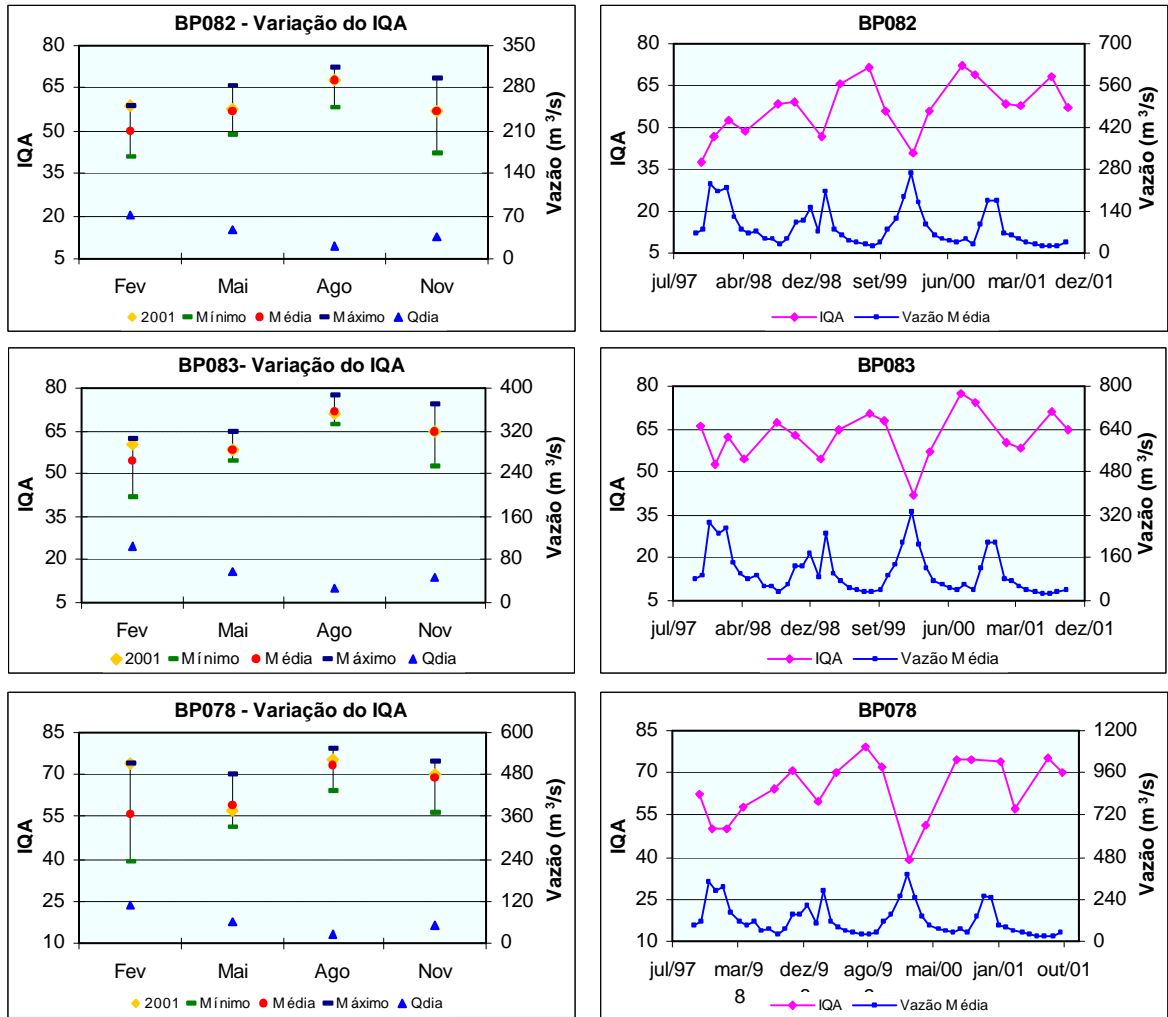
Percebe-se que o rio Paraopeba tem recebido, ao longo de todo o seu curso, poluição de origem difusa, pois em todos os trechos monitorados verificou-se que há uma piora no IQA quando há aumento na sua vazão média.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

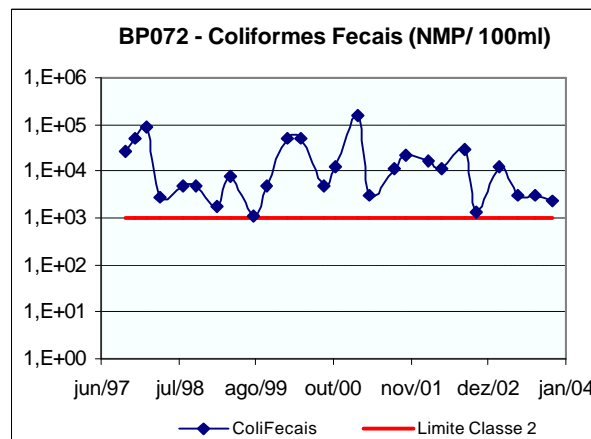
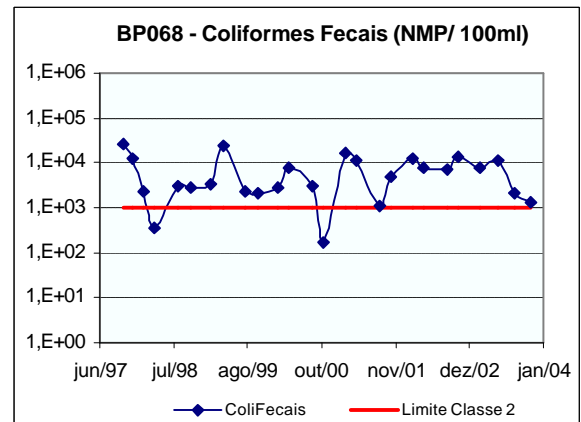
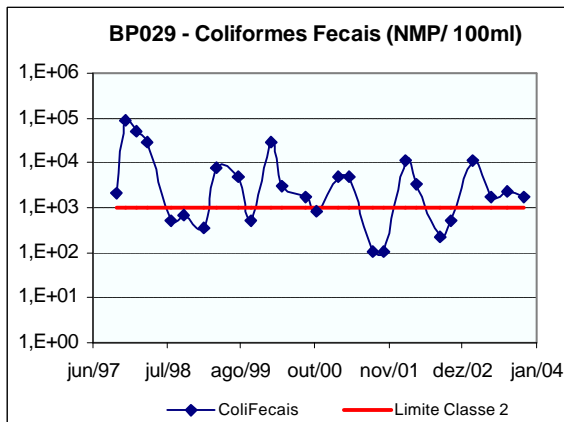
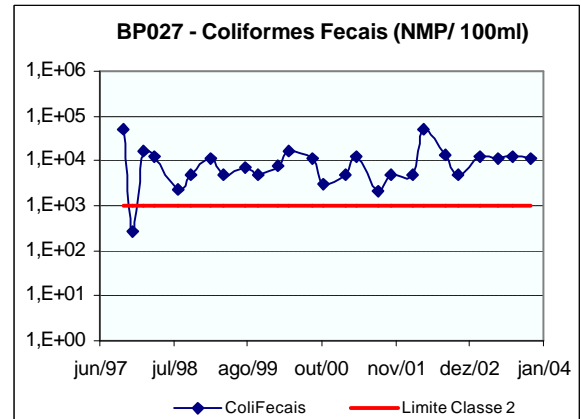
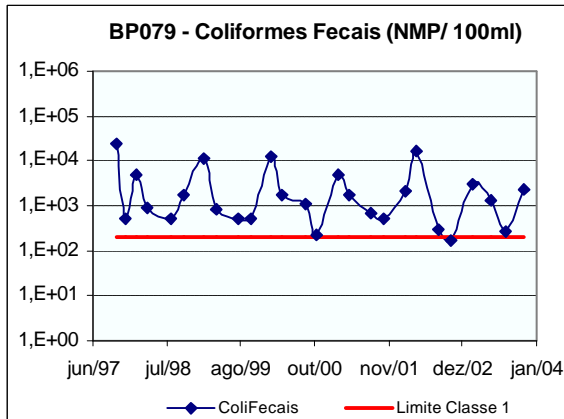


QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



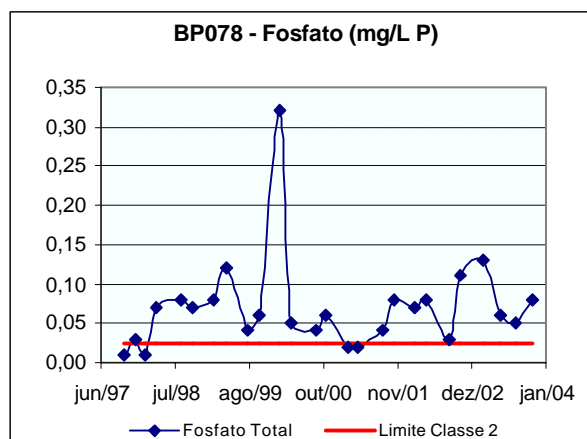
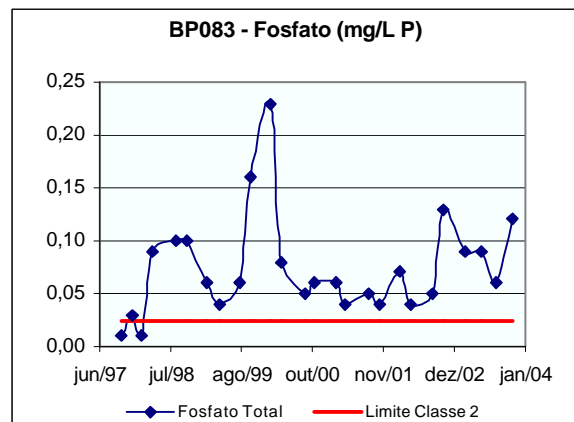
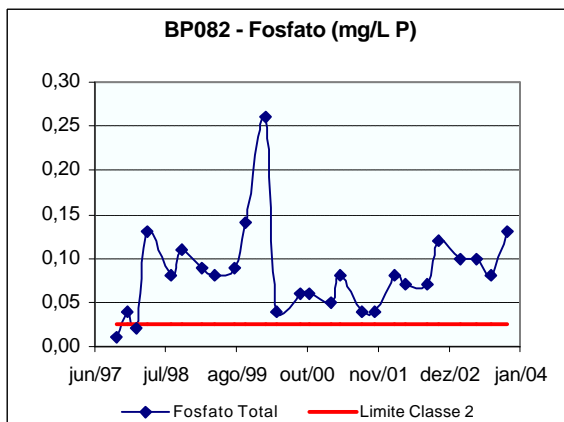
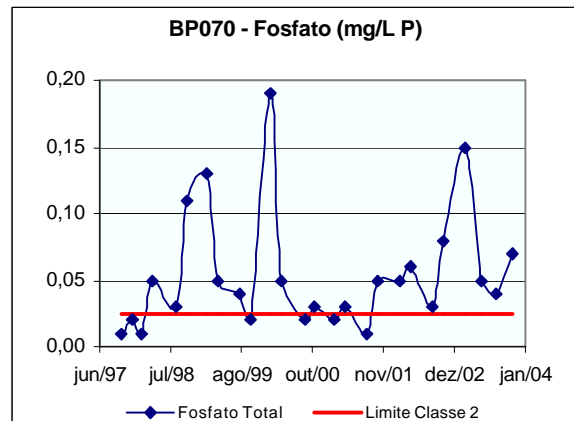
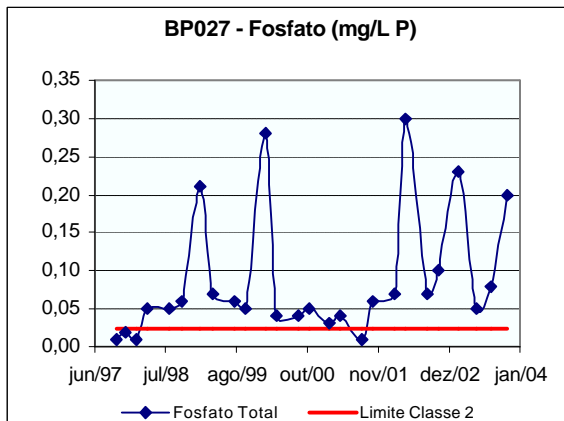
À exceção das estações de amostragem do rio Paraopeba logo após a foz do ribeirão dos Macacos (BP083) e a jusante da foz do rio Pardo (BP078), a contagem de coliformes fecais ultrapassou os limites estabelecidos na legislação, em pelo menos duas das campanhas de 2003. Os valores alcançados constituem um indicador de relevância sobre a degradação das águas do rio Paraopeba em decorrência dos lançamentos de efluentes sanitários. Os trechos mais críticos foram o rio Paraopeba a montante da foz do rio Pequeri (BP079), o rio Paraopeba logo após a foz do rio Camapuã (BP027), o rio Paraopeba na cidade de Belo Vale (BP029), o rio Paraopeba no local denominado Fecho do Funil (BP068) e o rio Paraopeba a jusante da foz do rio Betim (BP072).

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



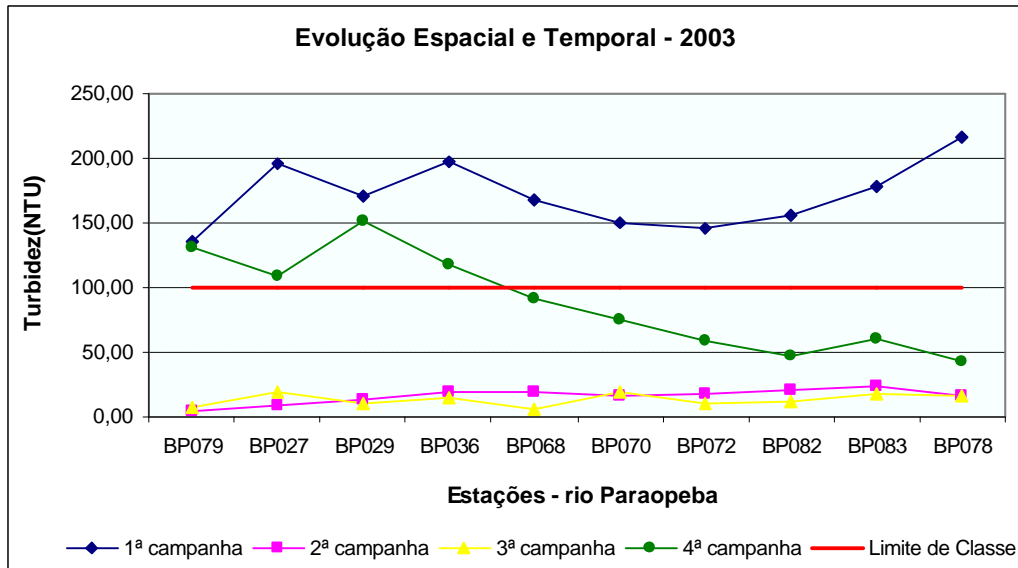
Similarmente ao ano de 2002, também em 2003 todas as estações localizadas no rio Paraopeba mostraram excesso de concentrações de fosfato total. Destacam-se aquelas que apresentaram valores acima do padrão legal nas quatro campanhas e com teores até quatro vezes maiores do que o padrão, quais sejam, rio Paraopeba logo após a foz do rio Camapuã (BP027), rio Paraopeba a jusante da foz do ribeirão Sarzedo (BP070), rio Paraopeba na localidade de Cachoeirinha (BP082), rio Paraopeba logo após a foz do ribeirão dos Macacos (BP083) e rio Paraopeba a jusante da foz do rio Pardo (BP078).

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

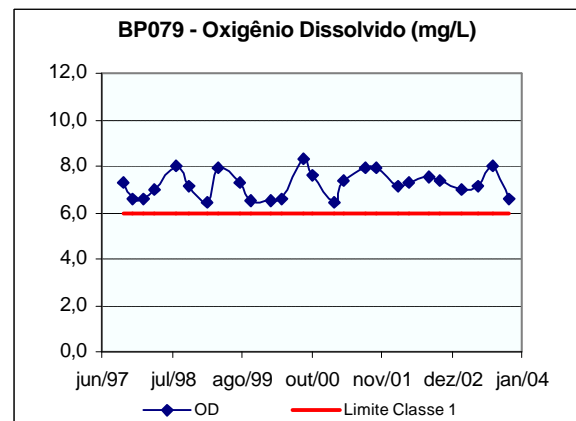
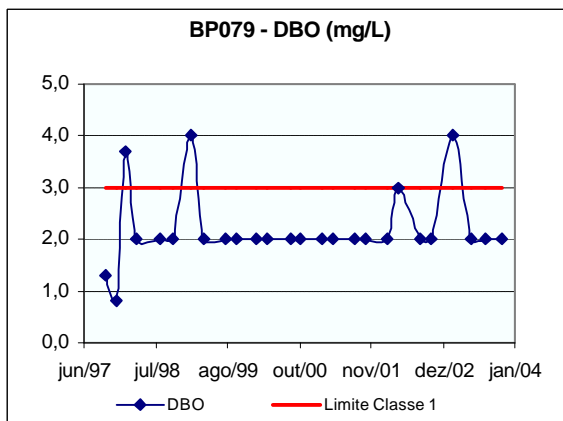


O parâmetro turbidez mostrou-se com teores desconformes ao limite legal da classe de enquadramento em todas as estações, pelo menos em uma das campanhas, notadamente naquelas do período chuvoso. Contudo, comparativamente aos registros observados em 2003 em outras bacias do Estado, observou-se uma situação favorável quanto à presença de sólidos em suspensão nas águas do rio Paraopeba.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



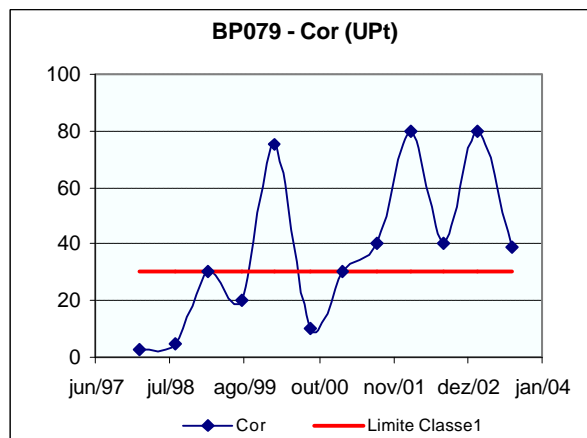
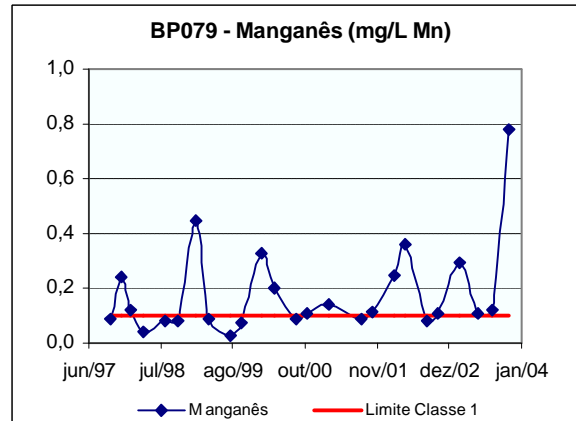
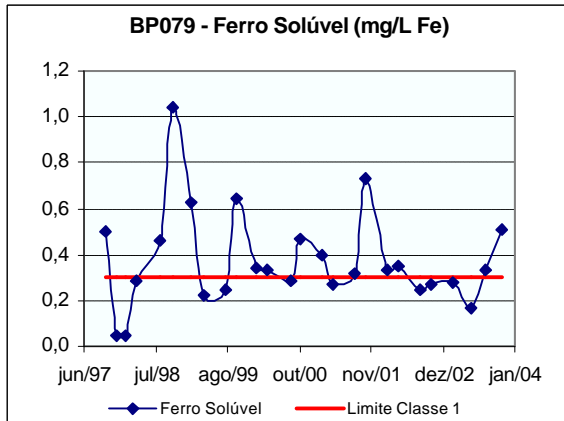
Outro parâmetro sanitário que esteve acima do limite da Classe 1 foi a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), no rio Paraopeba no trecho inicial de seu curso (BP079), na primeira campanha de 2003, contudo, manteve boas condições de oxigenação em suas águas. Nos demais trechos monitorados, que são enquadrados na Classe 2, não foi observada superação do padrão legal de DBO.



Os metais manganês e ferro solúvel mostraram concentrações acima do preconizado pela legislação. Enquanto aquele esteve superou os limites em todas as estações em pelo menos duas campanhas, este excedeu os valores apenas nas estações BP079 e BP070. O trecho mais desfavorável foi o da região do alto curso (BP079), com valor de manganês quase oito vezes maior que o limite da Classe 1, bem como superação do padrão de ferro solúvel, ambos na quarta campanha de 2003. Nessa região, que é contígua ao Quadrilátero Ferrífero, embora haja ocorrência natural de ferro e manganês, a presença dos teores detectados desses metais nas águas é potencializada pelo manejo inadequado do solo. Já a cor apenas excedeu os limites legais nessa mesma estação do alto curso do rio Paraopeba (BP079),

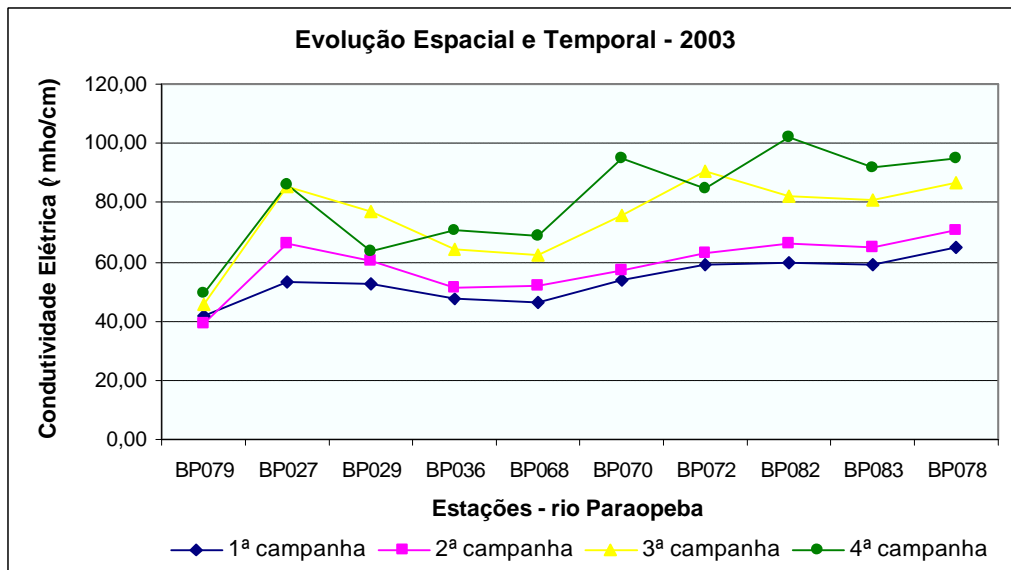
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

fato que pode ser correlacionado principalmente à presença de matéria orgânica, manganês e ferro solúvel.



As medidas de condutividade elétrica mostraram elevação ao longo do percurso do rio Paraopeba, especialmente após o deságüe dos rios Maranhão, Camapuã e Betim, sem, contudo, registrar teores significativos, indicando a capacidade dessas águas em assimilar as contribuições antrópicas geradas na bacia.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



Comparando-se a Contaminação por Tóxicos em 2003 em relação à de 2002, observou-se que a melhoria conquistada no ano anterior manteve-se no rio Paraopeba, uma vez que se verificou contaminação Baixa em três estações de amostragem (BP029, BP070, BP083), condição igual à observada no ano anterior, embora apenas o ponto de coleta do rio Paraopeba na cidade de Belo Vale tenha mantido o nível Baixo. As piores condições foram verificadas no rio Paraopeba a montante da foz do rio Pequeri (BP079), rio Paraopeba em Fecho do Funil (BP068) e rio Paraopeba a jusante da foz do rio Betim (BP072), onde a Contaminação por Tóxicos foi Alta. O único parâmetro que contribuiu para tal grau de contaminação foi o índice de fenóis, o que reflete uma melhora geral das condições das águas do rio Paraopeba, anteriormente contaminado também por chumbo e zinco. Merece destaque a contaminação Média no rio Paraopeba a jusante da foz do rio Camapuã (BP027), devido tanto à concentração de índice de fenóis quanto à de cobre detectadas na terceira campanha de amostragem.

10.1.2 Rio Maranhão

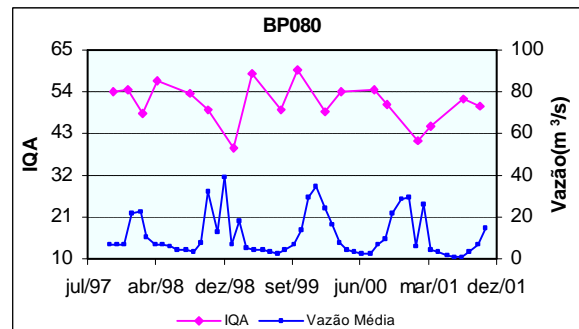
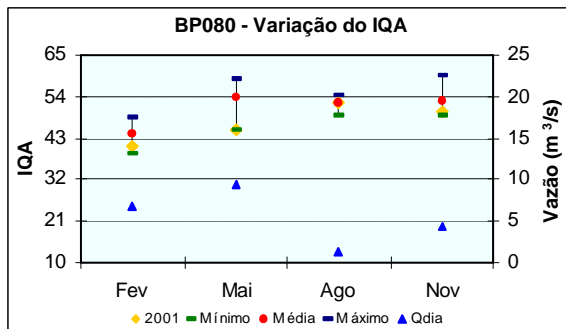
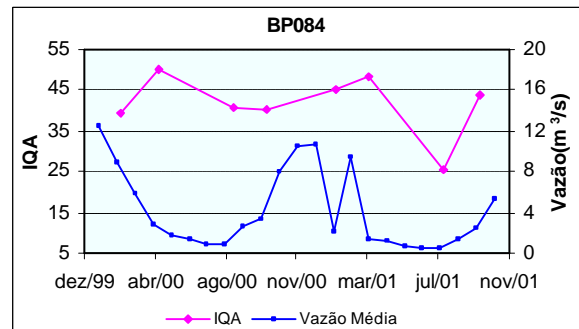
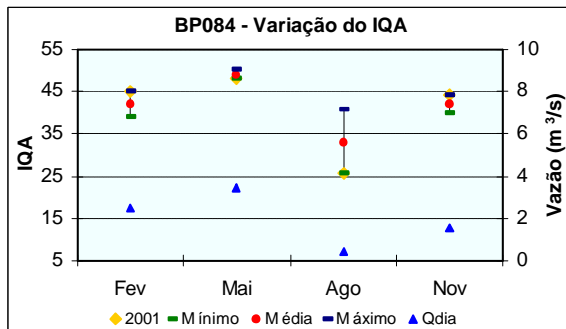
UPGRH SF3

Estações de Amostragem: BP084 e BP080

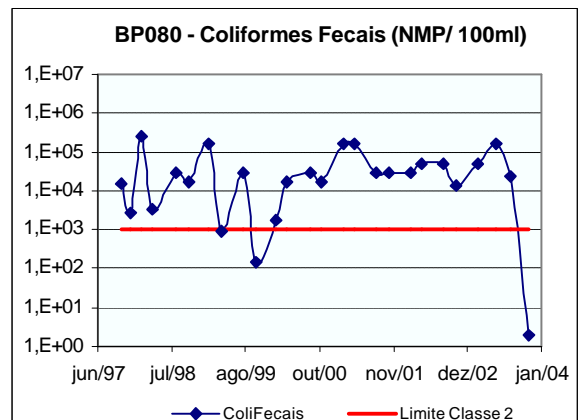
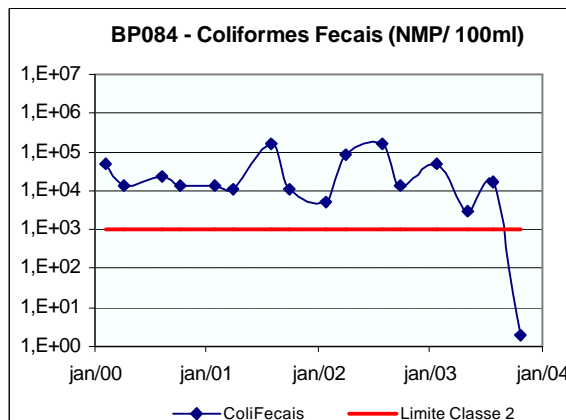
A média anual de 2003 do Índice de Qualidade das Águas – IQA apresentou-se Ruim no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e Médio próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP080). As variáveis que mais contribuíram para essa degradação foram os coliformes fecais, fosfato total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido.

Observa-se, em ambas as estações, uma tendência geral a piora do IQA no rio Maranhão com a diminuição da vazão média, indicando que a contribuição de cargas pontuais é relevante para a degradação da qualidade das águas.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



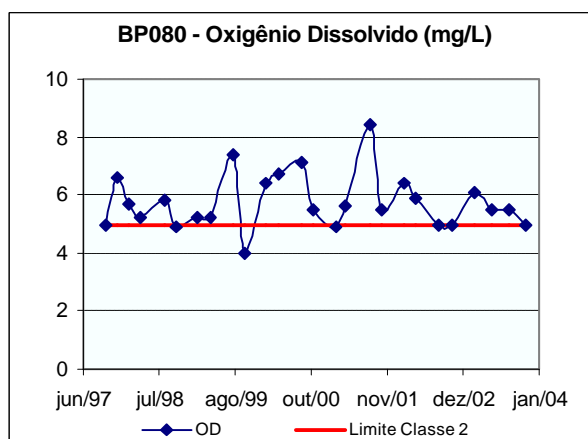
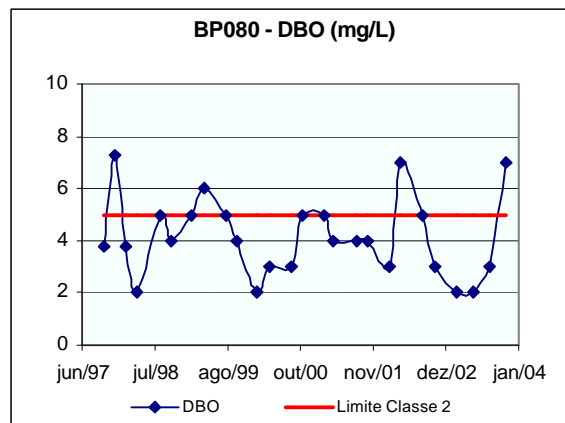
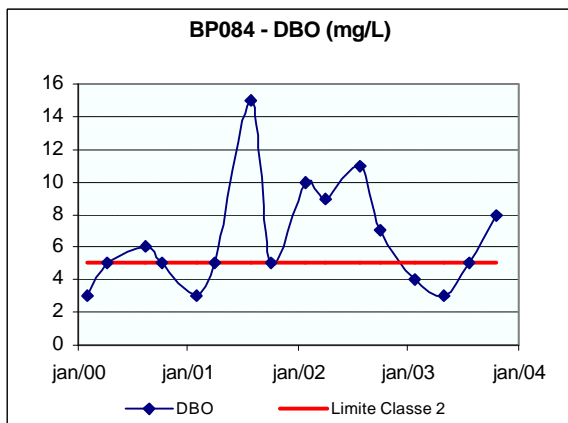
A contagem de coliformes fecais expressou valores em desconformidade com o limite estabelecido na legislação para águas de Classe 2 em três campanhas, em ambas as estações, chegando a estar 160 vezes acima do limite, o que ocorreu na segunda campanha de 2003, no trecho próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP080).



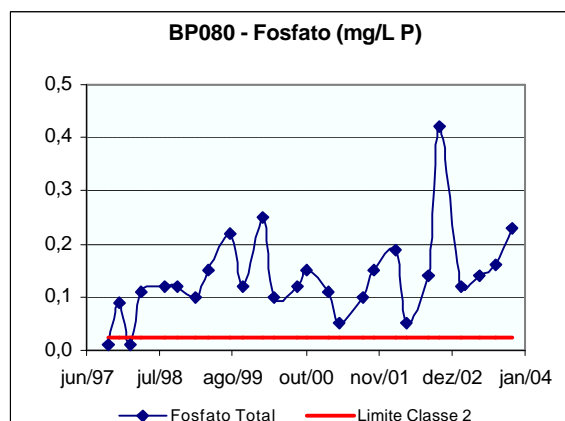
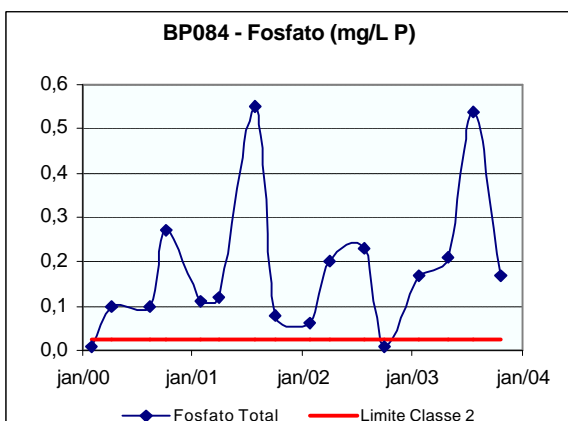
Com relação à carga orgânica, as concentrações de DBO nos dois trechos monitorados do rio Maranhão superaram o limite da legislação na última campanha de 2003. Contudo, apenas na localidade de Gagé (BP084) os teores de oxigênio dissolvido também se apresentaram em desacordo com o limite da Classe 2, tanto na segunda e terceira campanhas, quanto na quarta, indicando sobrecarga de matéria orgânica nesse rio. O quadro observado reflete o impacto dos esgotos sanitários da cidade de Conselheiro Lafaiete na degradação da qualidade das águas do rio Maranhão, no trecho inicial de seu percurso, embora ocorra recuperação das condições de

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

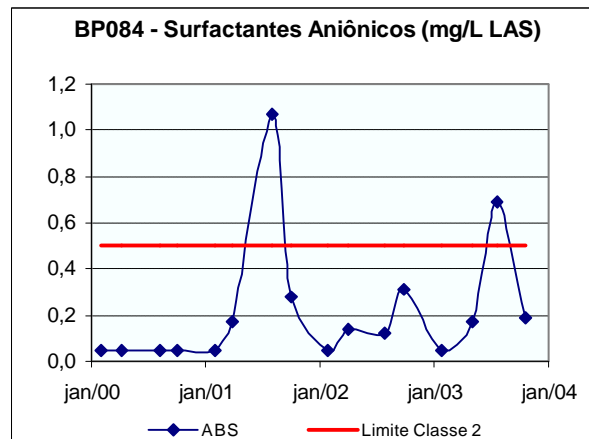
oxigenação das águas, conforme observado pelos resultados de oxigênio dissolvido detectados na estação localizada próximo à foz no rio Paraopeba.



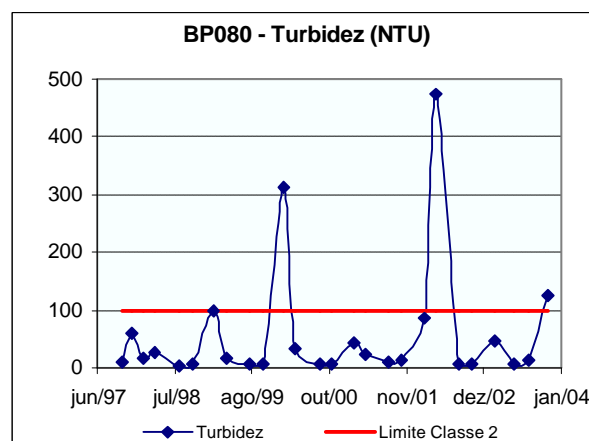
Os resultados de fosfato total excederam o limite da legislação em todas as campanhas de 2003 em ambas as estações de amostragem do rio Maranhão, à semelhança do que já ocorria no ano anterior. O teor de surfactantes aniônicos excedeu o padrão da Classe 2 na terceira campanha de 2003, na localidade de Gagé (BP084), reforçando a degradação da qualidade das águas do rio Maranhão pelo lançamento dos esgotos de Conselheiro Lafaiete.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

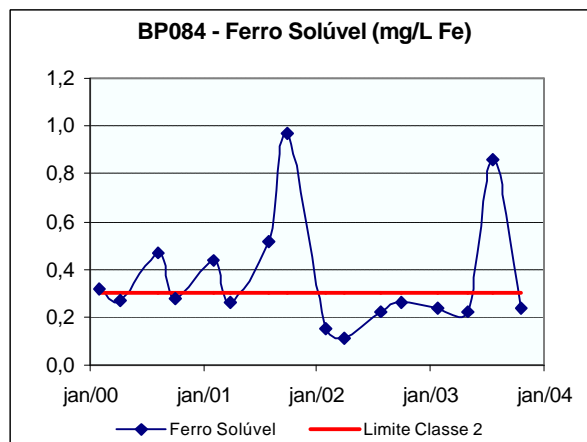
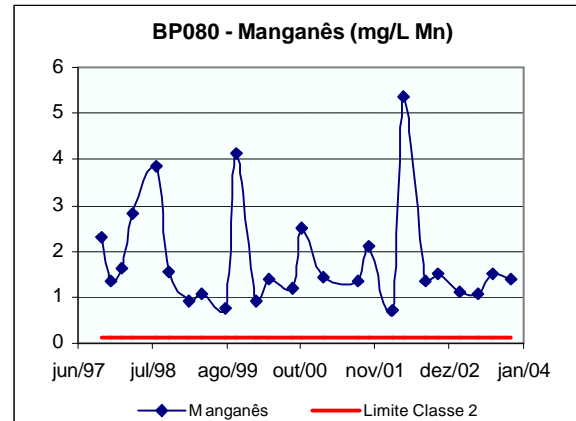
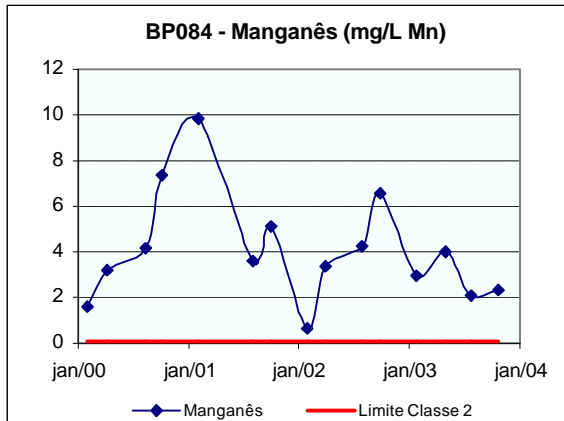


Com relação a turbidez, há ocorrências isoladas de valores elevados nas águas do rio Maranhão, sendo que em 2003, apenas o registro da quarta campanha no trecho próximo da foz no rio Paraopeba (BP080), superou o limite legal. Os valores de condutividade elétrica, na faixa de 100 a 190 $\mu\text{mho/cm}$, reforçam a presença de poluentes nas águas da região.

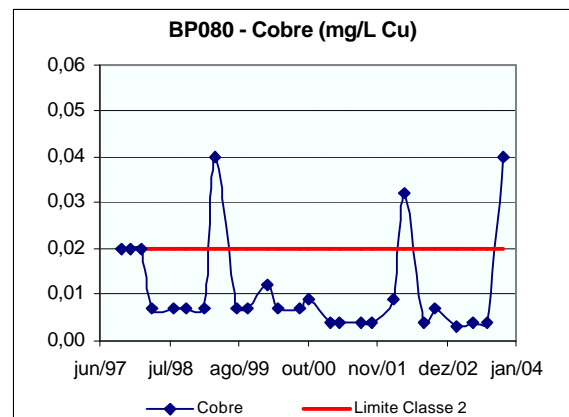
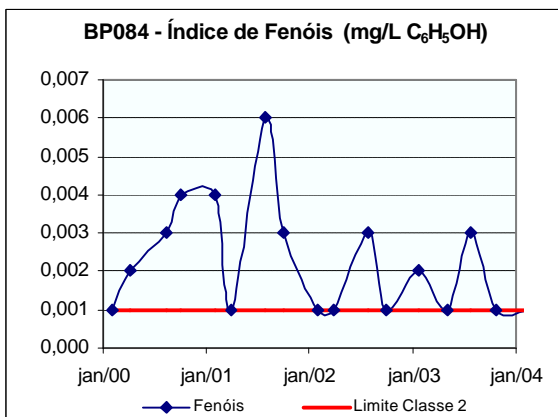


O manganês vem se apresentando em concentrações elevadas ao longo dos anos nos dois trechos amostrados do rio Maranhão. Na estação BP084 o resultado da segunda campanha (3,976mg/L Mn) foi o terceiro maior valor detectado em Minas Gerais em 2003. Quanto ao ferro solúvel, observam-se na série histórica registros isolados superiores ao padrão legal, sendo que em 2003 essa ocorrência se deu também na estação BP084 na terceira campanha de amostragem. Isso está relacionado com as características geológicas da região, parcialmente inserida no Quadrilátero Ferrífero, onde se localizam os principais depósitos de manganês e ferro do estado de Minas Gerais. Contudo, a característica natural da bacia do rio Maranhão é agravada pelas atividades metalúrgicas desenvolvidas na região, bem como pelo uso e ocupação inadequados do solo, especialmente associados à agricultura e mineração.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



A Contaminação por Tóxicos permaneceu Alta no trecho do rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) devido à ocorrência de teores elevados de índice de fenóis na primeira e na terceira campanhas de 2003, tornando-se Média próximo de sua foz com o rio Paraopeba (BP080) devido à presença de cobre em concentração acima do limite da legislação na quarta campanha de 2003. A detecção do cobre pode estar relacionada com a utilização de agrotóxicos, uma vez que a cultura de batata e milho é uma atividade econômica importante na região.

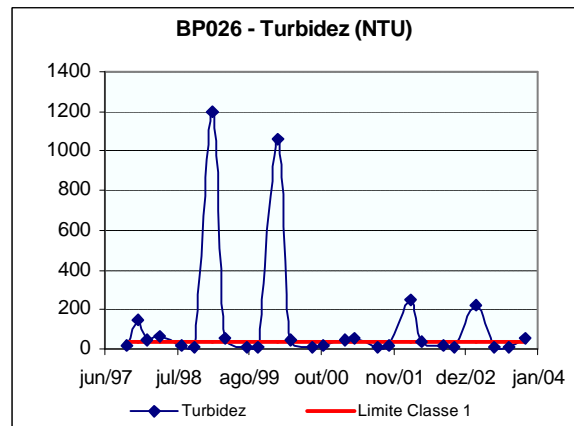
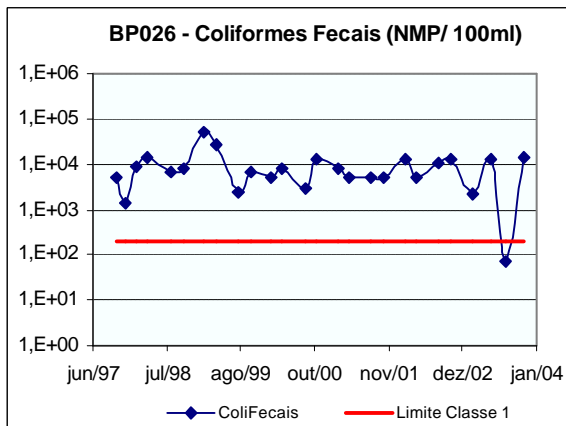


10.1.3 Rio Camapuã

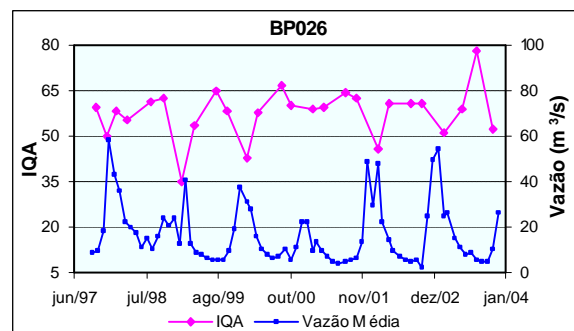
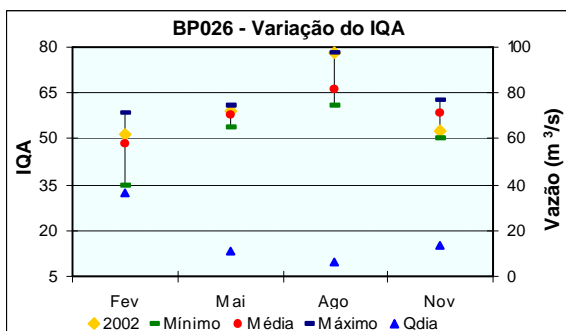
UPGRH SF3

Estação de Amostragem: BP026

O rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) permaneceu com média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA na faixa Média. Observou-se, entretanto, uma melhoria geral das suas águas, visto que não houve ocorrência de IQA Ruim no ano de 2003. Similarmente a 2002, o quadro de IQA Médio se dá em decorrência, sobretudo, dos parâmetros característicos da contaminação por esgotos domésticos e manejo inadequado dos solos, como a contagem de coliformes fecais, que se manteve elevada em três das quatro campanhas, e da turbidez, na primeira e quarta campanhas de 2003.

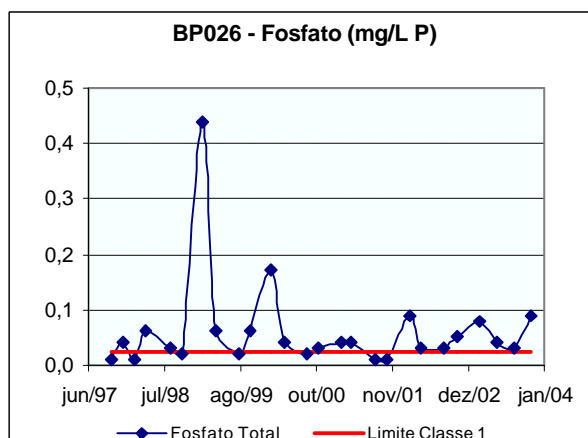


A poluição difusa no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) é evidenciada devido à piora no IQA quando há um aumento da vazão média.

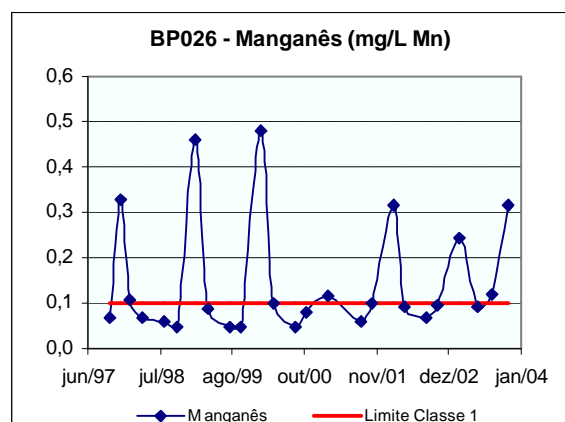
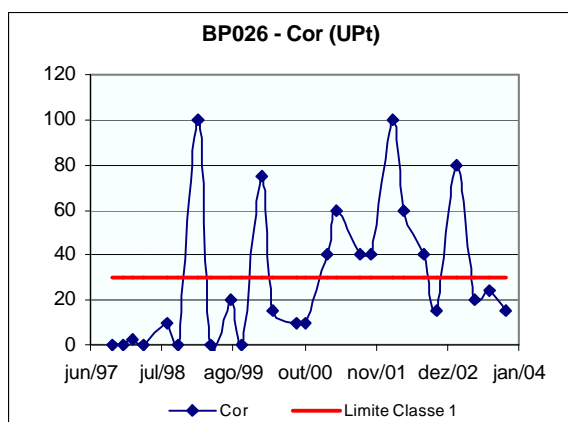


Excetuando-se a terceira campanha de 2003, as concentrações de fosfato total superaram o limite estabelecido na legislação.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



O parâmetro cor apresentou registro em desconformidade com o padrão legal na primeira campanha. O manganês mostrou concentrações além dos limites da legislação na primeira, na terceira e na quarta campanhas de 2003. Diferentemente do ano anterior, o ferro não excedeu os valores preconizados para a Classe 1. Assim como na sub-bacia do rio Maranhão, na área de drenagem do rio Camapuã localiza-se um dos principais depósitos de manganês do Estado, de forma que esse metal ocorre naturalmente nas águas da região.



A Contaminação por Tóxicos mostrou uma considerável melhora em relação ao ano de 2002, uma vez que se manteve Baixa em todas as quatro campanhas de 2003. Portanto, nenhum parâmetro tóxico excedeu em mais de 20% os valores permitidos pela legislação.

10.1.4 Ribeirão Casa Branca e seu afluente

10.1.4.1 Ribeirão Casa Branca

UPGRH SF3

Estação de Amostragem: BP092

O ribeirão Casa Branca (BP092) apresentou média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA no nível Bom. Os registros Médios observados na primeira, na segunda e na terceira campanhas de 2003 estão relacionados com os coliformes fecais, que apresentaram valores acima do preconizado na legislação.

Como não há estação fluviométrica no ribeirão Casa Branca, não foi possível fazer uma correlação entre a vazão e a qualidade de suas águas.

Entre os metais, apenas o ferro solúvel mostrou valor acima do permitido na legislação e somente na primeira campanha de 2003. Como nenhum contaminante apresentou registro superior a 20% do preconizado para cursos d'água de Classe 1, a Contaminação por Tóxicos resultou em classificação Baixa.

10.1.4.2 Ribeirão Catarina

UPGRH SF3

Estação de Amostragem: BP094

O ribeirão Catarina (BP094), em seu primeiro ano de amostragem, mostrou média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA no nível Bom, com apenas uma ocorrência de IQA Médio, na última campanha de 2003. O parâmetro que mais contribuiu para este registro foi coliformes fecais, com valor bem acima do permitido pela legislação em novembro. O fosfato total apresentou valor acima do definido na legislação apenas na segunda campanha de 2003, o que, entretanto, não influenciou fortemente o IQA, que se manteve Bom nesta campanha.

Da mesma forma como para o ribeirão Casa Branca, também não foi possível avaliar a relação entre vazão e qualidade da água para o ribeirão Catarina, já que não existe, ainda, estação fluviométrica que permita tal apreciação.

Nenhum metal apresentou concentrações acima do permitido na legislação. Porém, entre os contaminantes, o índice de fenóis mostrou valores que ultrapassaram o máximo proposto em duas das quatro campanhas, quais sejam, em fevereiro e novembro. Tal fato foi responsável pela Contaminação por Tóxicos Alta neste curso d'água.

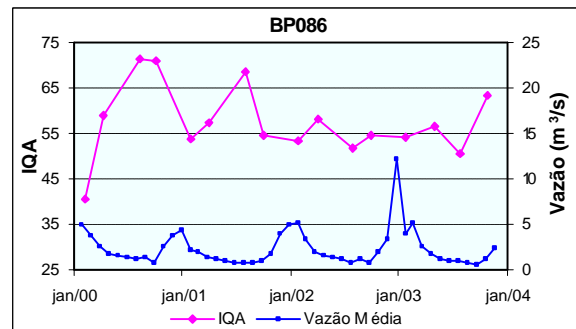
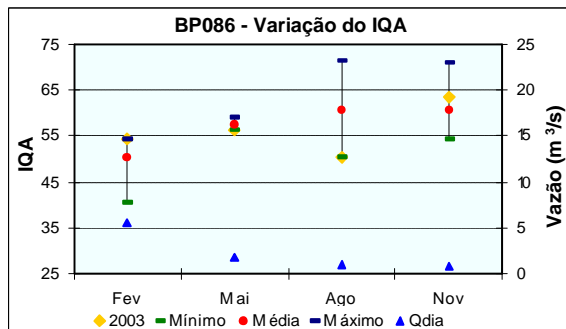
10.1.5 Ribeirão Sarzedo

UPGRH SF3

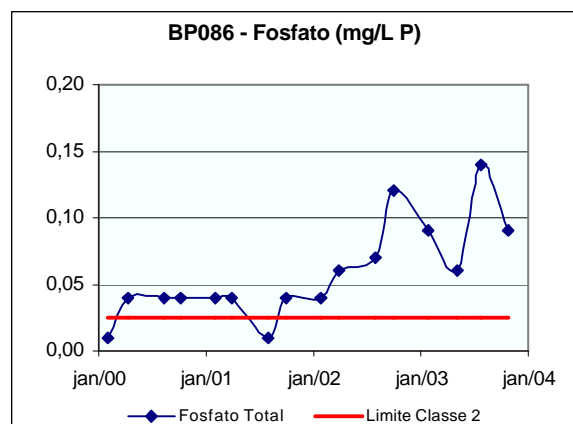
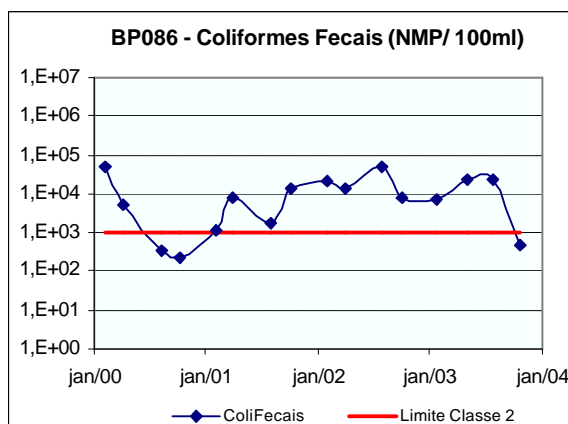
Estação de Amostragem: BP086

O ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP086) permaneceu com média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA na faixa Média em todas as campanhas de 2003. Os parâmetros que influenciaram o cálculo do IQA foram, principalmente coliformes fecais e fosfato total, bem como demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

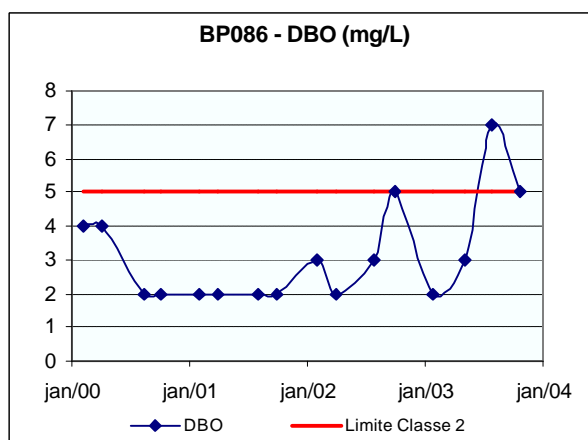
Constatou-se que a vazão média no ribeirão Sarzedo variou bastante em 2003, diferentemente do observado no ano anterior. Observou-se que a pior condição do IQA ocorreu no período de baixa vazão média, fato indicativo de influência de carga de poluição pontual.



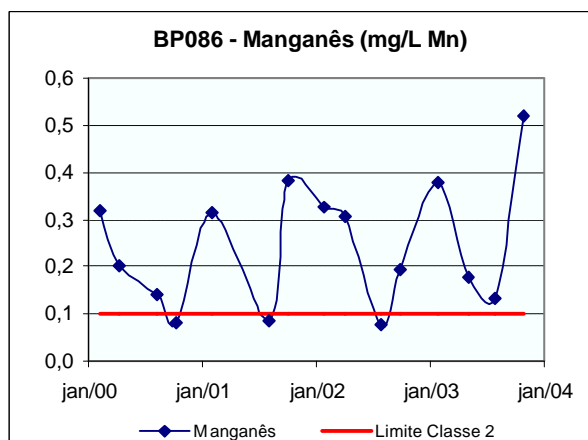
Os coliformes fecais mostraram resultados em desconformidade com o padrão de qualidade da classe 2 da primeira à terceira campanha. As concentrações de fosfato total superaram o limite estabelecido na legislação em todas as amostras, atingindo o maior valor da série histórica em 2003, na terceira campanha. Já a DBO superou o padrão de qualidade também na terceira campanha. Os maiores valores dessas variáveis coincidiram com o período de estiagem, indicando a relevância da contribuição de poluição de origem pontual, introduzida pelos esgotos sanitários e efluentes industriais, na degradação das águas do ribeirão Sarzedo.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



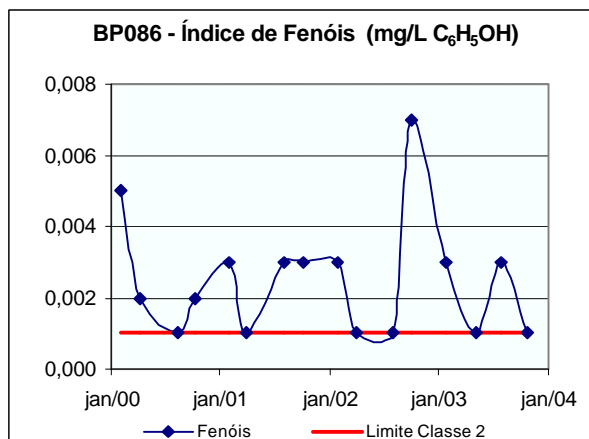
Em relação aos metais, apenas o manganês mostrou valores acima do limite da legislação em todas as campanhas de 2003, sobretudo no período chuvoso. A área de contribuição do ponto de amostragem BP086 insere-se no Quadrilátero Ferrífero, indicando que os teores observados são de origem natural, embora seja potencializado pelas atividades minerárias desenvolvidas na região.



Os resultados de condutividade elétrica, na faixa de 140 a 385 μ mho/cm, são característicos de ambientes sobrecarregados com sais dissolvidos gerados por atividades antrópicas.

A Contaminação por Tóxicos permaneceu Alta no ribeirão Sarzedo em 2003, devido às ocorrências de índice de fenóis, na primeira, terceira e quarta campanhas.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



10.1.6 Rio Betim

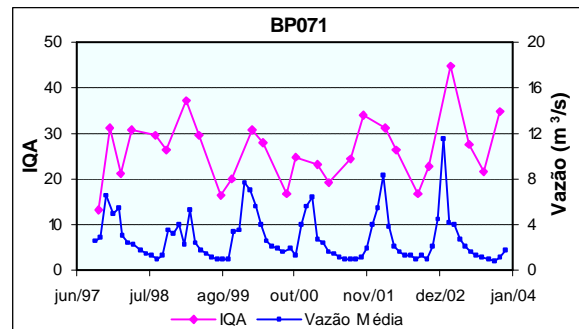
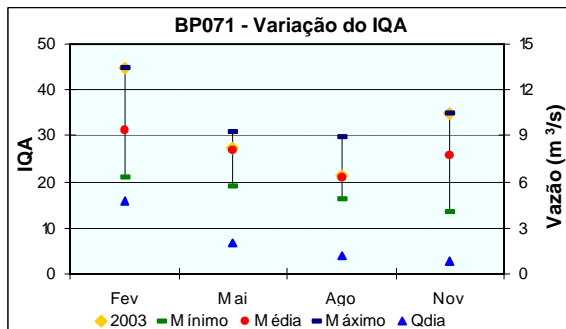
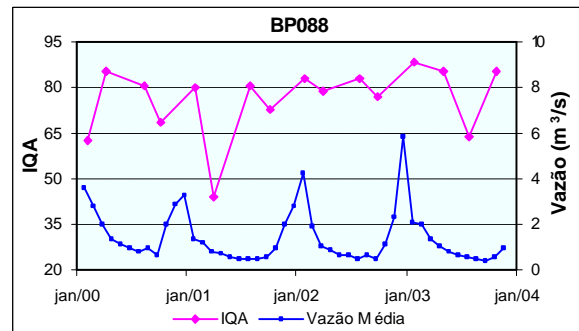
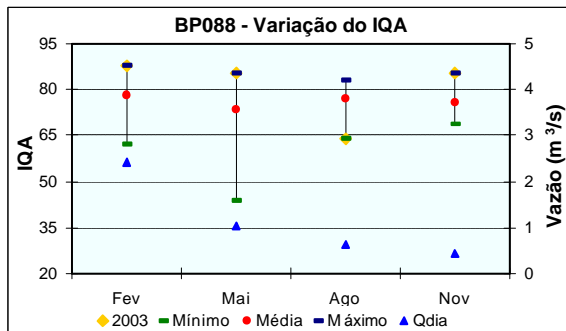
UPGRH SF3

Estações de Amostragem: BP088 e BP071

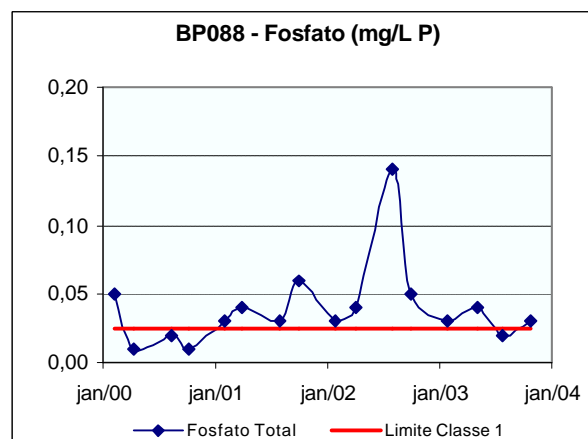
O trecho do rio Betim monitorado a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) manteve a melhoria conquistada no ano anterior, isto é, permaneceu com média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA no nível Bom. Esta foi a melhor condição da bacia do rio Paraopeba. Já nas águas da estação de amostragem do rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), a média anual IQA foi considerada Ruim, o que resultou na pior condição observada para esta região em 2003. Essa situação relacionou-se com os resultados de fosfato total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal e coliformes fecais.

No rio Betim a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) não é possível relacionar diretamente o IQA com a vazão média, porque essa não obedece a padrões naturais e sim ao ritmo de operação do reservatório. Porém, no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) é possível se verificar o recebimento de cargas de poluição pontual, uma vez que a melhoria no Índice de Qualidade das Águas ocorre no período chuvoso, concomitantemente ao aumento da vazão média.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



Entre os parâmetros sanitários, na estação de amostragem do rio Betim a jusante do reservatório de Várzea das Flores (BP088), apenas o fosfato total mostrou concentração acima de 20% do permitido para cursos d'água de Classe 1 na segunda campanha.

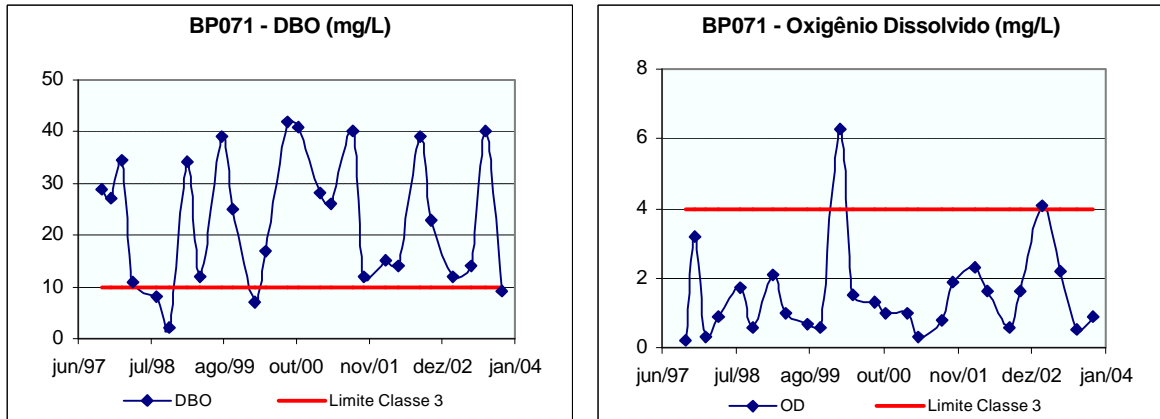


No rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), os parâmetros que apresentaram resultados em desconformidade com a legislação foram fosfato total, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), surfactantes aniônicos e coliformes fecais.

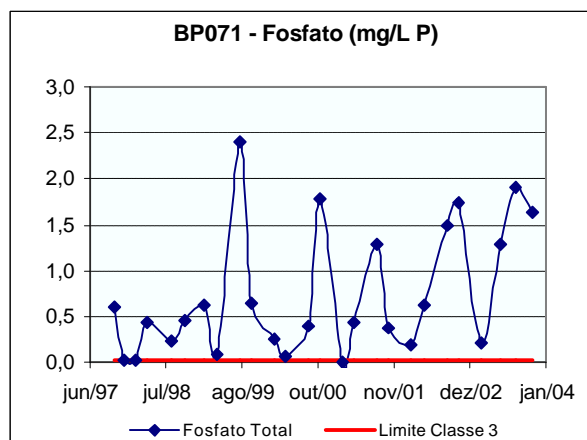
Os altos teores de DBO no rio Betim próximo de sua foz com o rio Paraopeba (BP071), que alcançaram quatro vezes o limite da legislação, estão relacionados com o despejo de efluentes ricos em matéria orgânica tais como de indústrias alimentícias e químicas e esgotos domésticos ao longo do rio Betim e seus afluentes. À alta DBO observada, corresponde uma

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

queda nos níveis de oxigênio dissolvido (OD), exceto na primeira campanha de 2003.

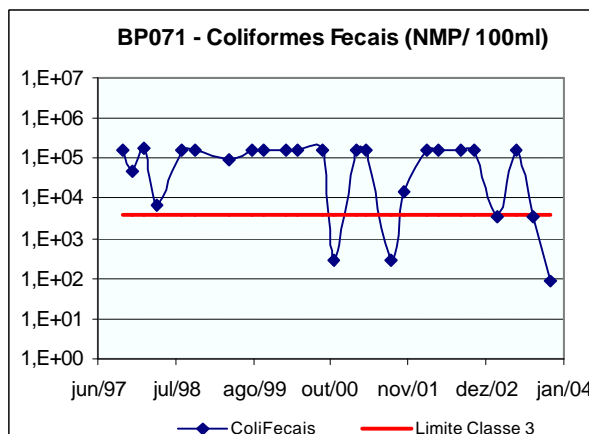


Em relação ao fosfato total, o trecho mais crítico da bacia continuou sendo o rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), com valores oito vezes acima do limite estabelecido na legislação para Classe 3. Tal condição também está associada ao lançamento de esgotos domésticos e despejos industriais do município de Betim.

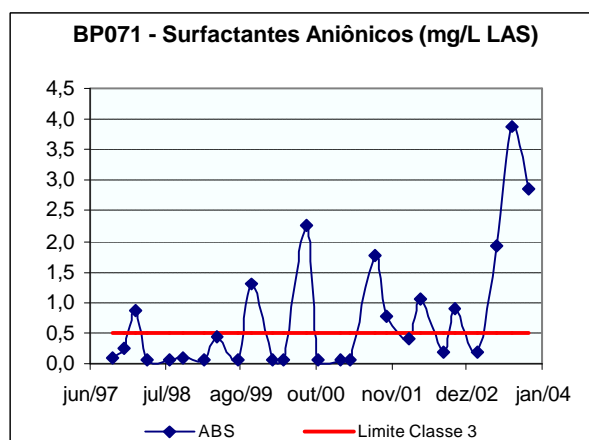


A condição mais favorável observada para coliformes fecais no rio Betim ocorreu a jusante do Reservatório Vargem das Flores (BP088), enquanto que a mais crítica foi verificada no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), com valores até 40 vezes superiores aos limites permitidos na legislação.

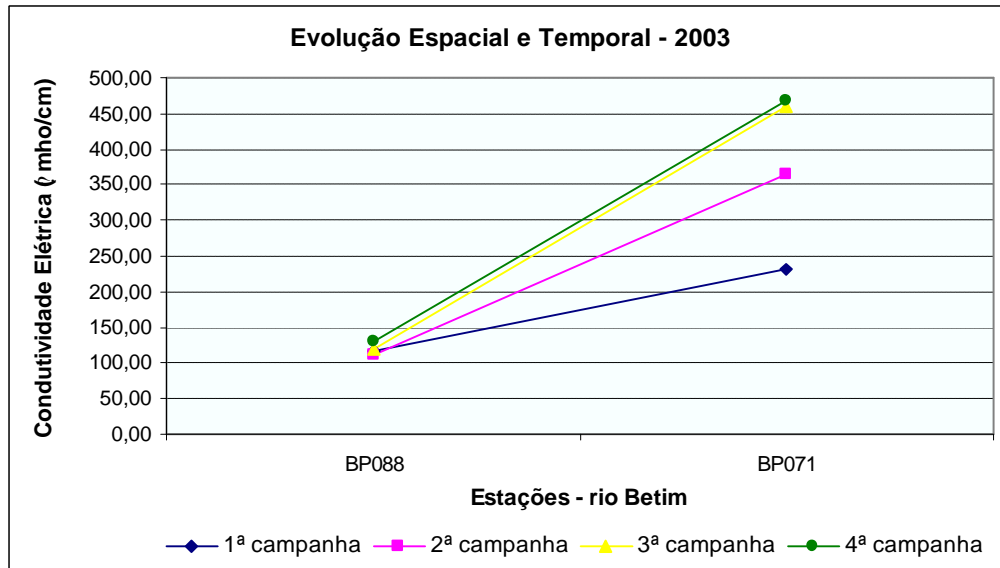
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



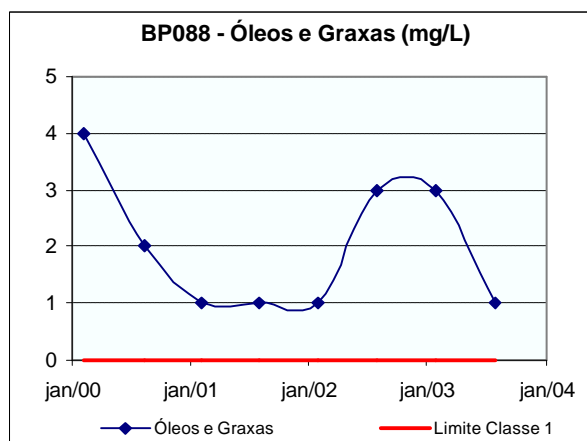
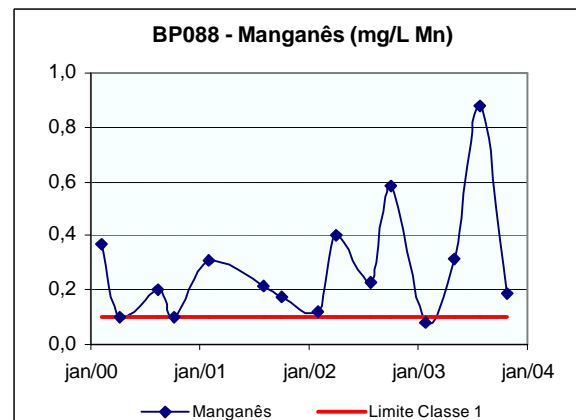
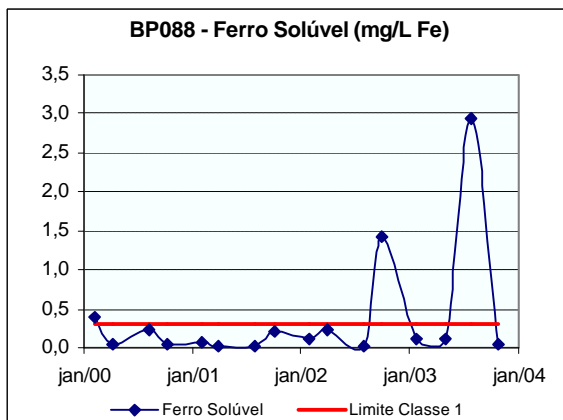
Verificou-se que o teor de surfactantes aniônicos atingiu o valor de 3,88mg/L LAS na estação BP071, ultrapassando em 8 vezes o limite estabelecido na legislação, reflexo, principalmente, do lançamento de esgotos sanitários. Os valores de condutividade aumentam consideravelmente ao longo do rio Betim, superando 350 μ mho/cm no trecho próximo da foz no rio Paraopeba em três campanhas, reproduzindo o excesso de contaminantes presentes nessas águas.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

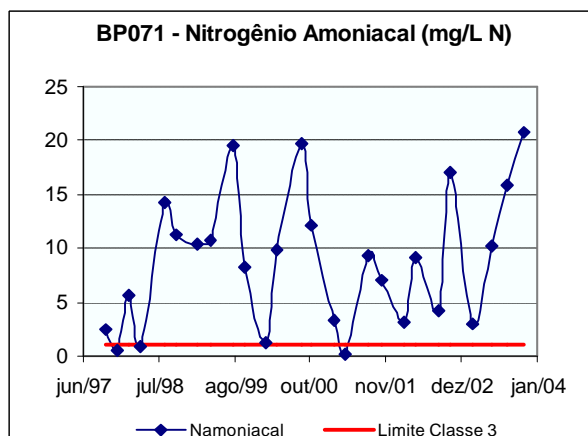
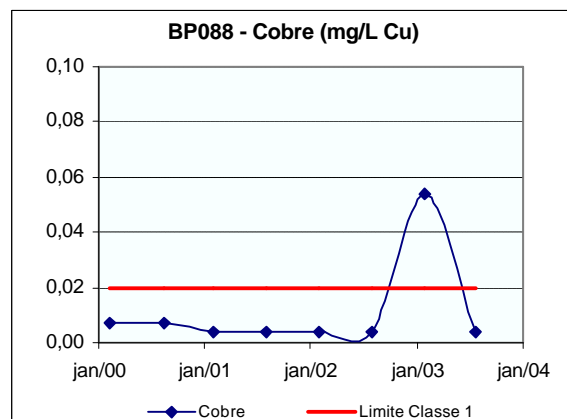
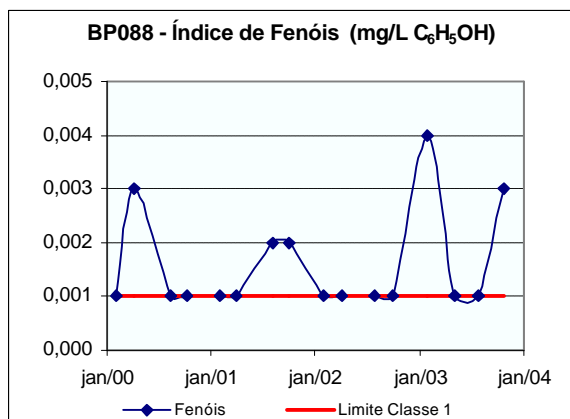


Diferentemente dos parâmetros sanitários, os parâmetros não sanitários com valores que excederam os limites legais mostraram-se presentes apenas no rio Betim a jusante do reservatório de Várzea das Flores (BP088). Foram eles ferro solúvel, na terceira campanha, manganês, na segunda, terceira e quarta campanhas e óleos e graxas nas quatro campanhas.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

A Contaminação por Tóxicos permaneceu Alta no rio Betim em ambas as estações de amostragem. A jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088), a contaminação Alta esteve relacionada com os teores de cobre e de índice de fenóis, respectivamente na primeira e na primeira e quarta campanhas de 2003. Já próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) a contaminação mostrou-se Alta devido aos teores de nitrogênio amoniacal, que superou o padrão legal nas quatro campanhas, reforçando a sobrecarga de esgotos domésticos nesse trecho do rio Betim.



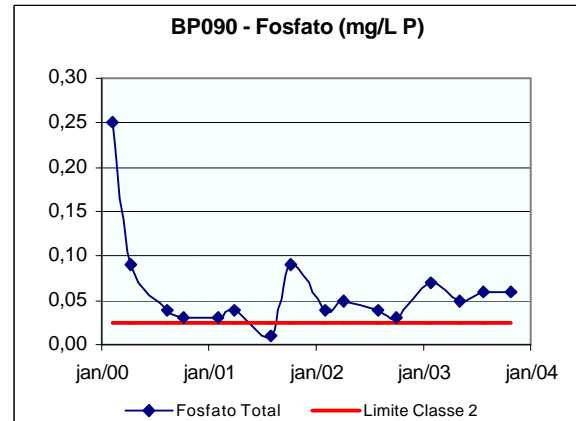
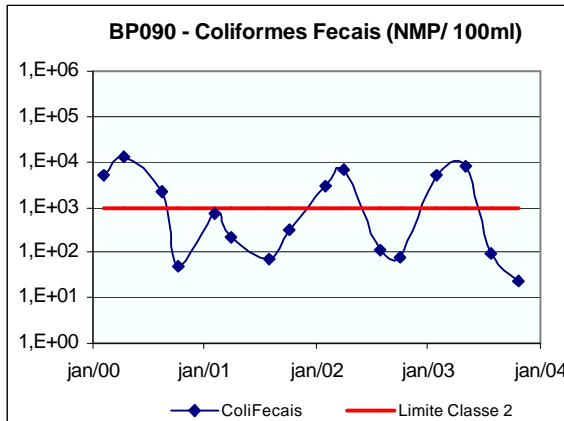
10.1.7 Ribeirão Grande

UPGRH SF3

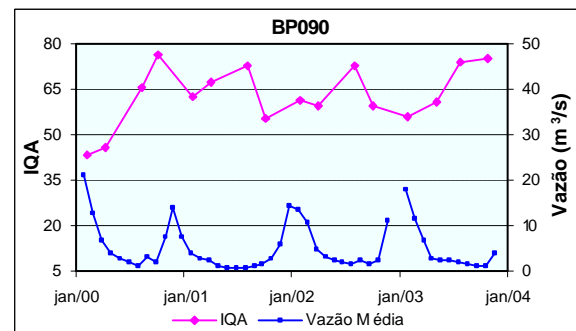
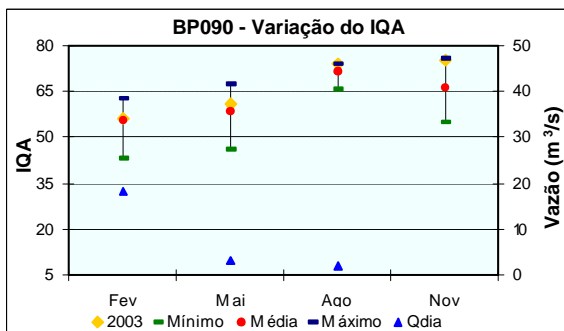
Estação de Amostragem: BP090

O ribeirão Grande a montante de sua confluência com o córrego Capão Grosso (BP090) alcançou média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA no nível Bom no ano de 2003. Nas duas primeiras campanhas, o parâmetro coliformes fecais mostrou contagens acima dos limites da legislação. O fosfato total, em todas as amostras coletadas, também apresentou concentrações em desconformidade com o disposto na legislação.

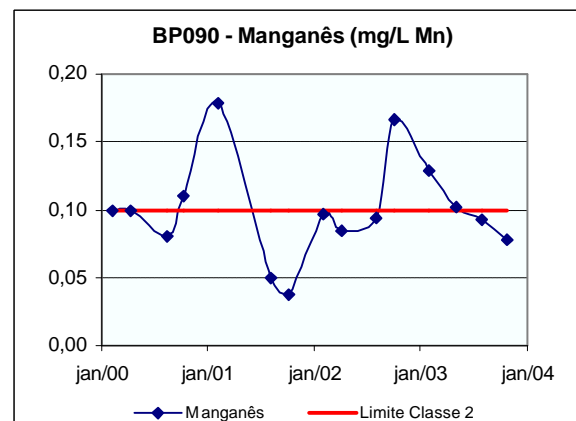
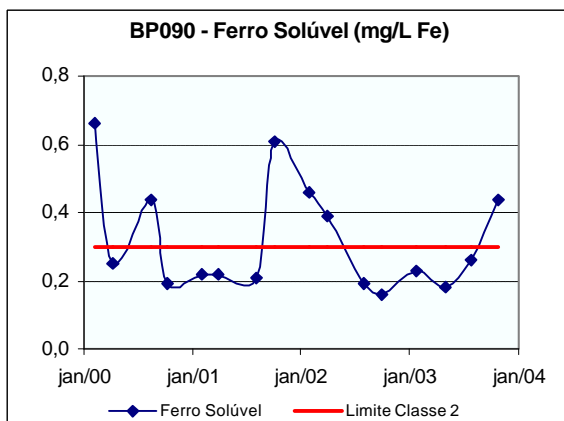
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



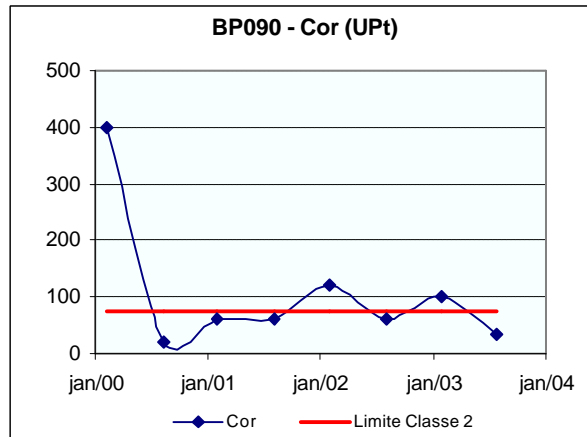
Neste curso d'água verificou-se que o IQA piorou quando houve o aumento da vazão média, caracterizando o recebimento de cargas difusas de poluição pelo ribeirão Grande.



Entre os metais, apenas o ferro solúvel, na quarta campanha, e o manganês, na primeira campanha de 2003, mostraram resultados acima daqueles permitidos pela legislação. As concentrações de ferro solúvel vêm se reduzindo ao longo dos anos, enquanto as de manganês vêm aumentando. O registro de cor, acima do limite da legislação na primeira campanha, relacionou-se principalmente à presença desse metal na água.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



A Contaminação por Tóxicos manteve a melhoria conquistada no ano anterior, sendo considerada Baixa. Isso equivale a dizer que nenhum contaminante mostrou concentrações 20% acima dos limites da legislação.

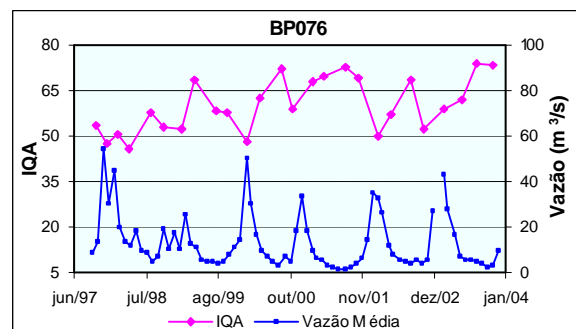
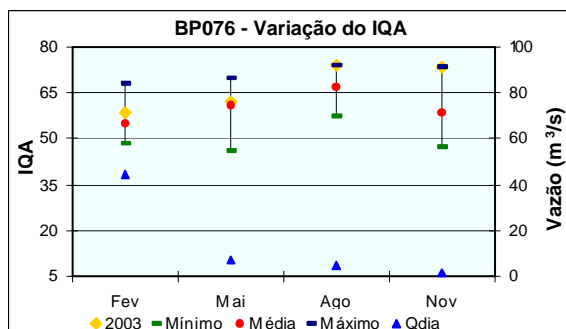
10.1.8 Ribeirão dos Macacos

UPGRH SF3

Estação de Amostragem: BP076

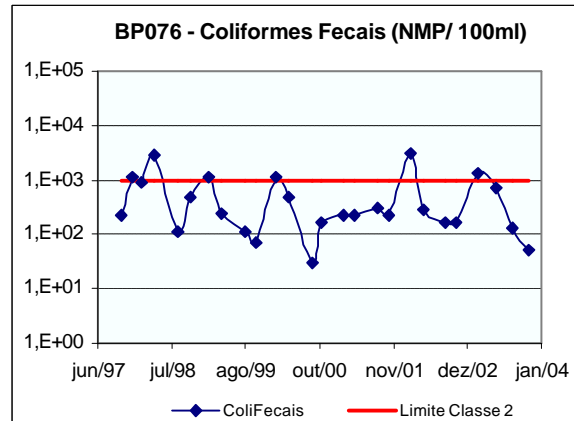
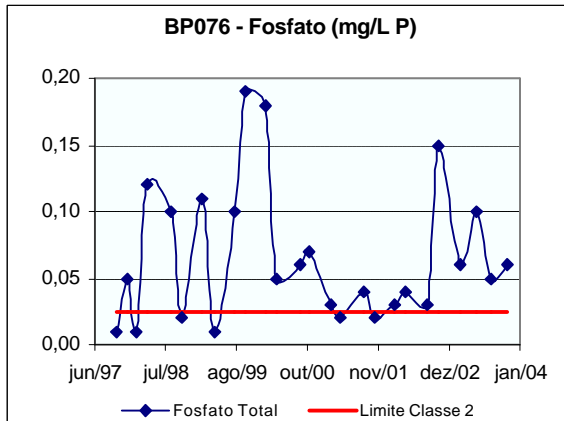
O ribeirão dos Macacos próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP076) registrou uma melhora na média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA que da faixa Média, em 2002, passou para Boa, em 2003.

A interferência do aporte de carga de origem difusa ficou bastante nítida no ribeirão dos Macacos, porque foi registrada uma diminuição no IQA quando ocorreu o aumento da vazão média.



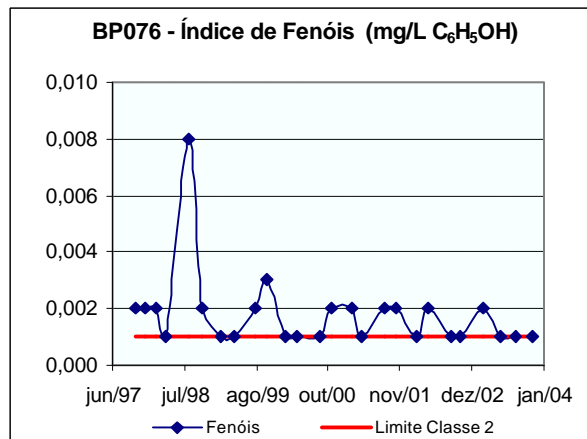
Entre os parâmetros sanitários, apenas o fosfato total e os coliformes fecais mostraram valores acima dos limites preconizados na legislação. O primeiro parâmetro ultrapassou o limite em todas as quatro amostras, enquanto que o segundo apenas na primeira campanha. Merecem destaque os resultados de condutividade elétrica, superiores a 100 μ mho/cm em todas as campanhas, indicando sobrecarga de sais dissolvidos provenientes de atividades antrópicas.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



Diferentemente do ocorrido no ano anterior, em 2003, nenhum metal excedeu os limites impostos pela legislação, o que denota uma sensível melhora das condições das águas.

A Contaminação por Tóxicos melhorou no ano de 2003 em comparação com o ano de 2002. A contaminação Média observada deveu-se à presença de índice de fenóis, na primeira campanha, com teor duas vezes acima do permitido pela legislação. O excesso de índice de fenóis está relacionado, sobretudo, aos despejos das indústrias de ferro-gusa localizadas no município de Sete Lagoas.



11. Avaliação Ambiental

11.1. Análise das Violações

Considerando a série de resultados, no período de 1997 a 2003, para as 20 estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba, avaliou-se os parâmetros monitorados com relação ao percentual de amostras cujos valores violaram em mais de 20% os limites legais da DN COPAM 10/86, considerando o enquadramento do curso de água, no local de cada estação. A Tabela 11.1 apresenta o percentual de violações em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro, indicando os constituintes mais críticos na sub-bacia.

Tabela 11.1: Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de violações de classe de enquadramento em toda a sub-bacia do rio Paraopeba no período de 1997 a 2003.

Parâmetro	Violações (%)	Total de Análises
Fosfato Total	71,9%	434
Coliformes Fecais	66,3%	433
Manganês	59,1%	416
Coliformes Totais	58,3%	391
Índice de fenóis	41,3%	373
Óleos e Graxas*	26,5%	215
Turbidez	21,7%	434
Ferro Solúvel	17,3%	434
Cor	16,1%	211
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	9,7%	434
Oxigênio Dissolvido	7,8%	434
Cádmio	7,2%	348
Cobre	6,9%	277
Nitrogênio Amoniacal	5,3%	434
Chumbo	5,1%	335
Substâncias Tensoativas	4,4%	296
Amônia não ionizável	4,0%	470
Zinco	1,3%	303
Cianetos	1,3%	304
Níquel	1,1%	277
Mercúrio	1,0%	203
Arsênio	0,5%	207
pH in loco	0,2%	430
Sólidos Totais Dissolvidos	0,0%	351
Cloretos	0,0%	434
Sulfatos	0,0%	203
Nitrato	0,0%	434
Nitrito	0,0%	293
Bário	0,0%	231
Boro	0,0%	203
Cromo III	0,0%	279
Cromo VI	0,0%	279
Selênio	0,0%	239

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



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Observa-se na Tabela 11.1 que o fosfato total, os coliformes fecais, o manganês e os coliformes totais foram os parâmetros que mais freqüentemente violaram os limites da legislação. A ocorrência de fosfato total e de coliformes fecais e totais relaciona-se principalmente aos esgotos sanitários que são lançados sem tratamento nos cursos de água pela maioria dos municípios localizados na sub-bacia do rio da Paraopeba. O manganês, naturalmente abundante nos solos da região, tem sua presença nas águas aumentada devido às atividades minerárias e agrícolas, associadas à poluição difusa e aos processos de erosão predominantes no alto e médio cursos do rio Paraopeba. A atividade industrial do ramo metalúrgico desenvolvida no alto curso é também responsável pela introdução de manganês nas águas desta sub-bacia.

Em complementação foram identificadas as principais violações de parâmetros em relação aos limites legais nos pontos de amostragem da sub-bacia do rio da Paraopeba. 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. Os metais responsáveis por Contaminação por Tóxicos Alta em 2003 estão realçados em vermelho.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Curso d'água: Rio Paraopeba UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP079	1	Lançamento de esgoto sanitário Atividade Minerária Carga difusa Erosão	Turbidez, cor, fosfato total, DBO, índice de fenóis, coliformes fecais e coliformes totais, ferro solúvel e manganês	Coliformes fecais, coliformes totais, cor, manganês, turbidez, fosfato total e ferro solúvel
BP027	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Atividade Minerária Agricultura Carga difusa	Turbidez, fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais, coliformes totais, cobre e manganês	Manganês, coliformes fecais, coliformes totais, fosfato total e índice de fenóis
BP029	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade Minerária Carga difusa	Turbidez, fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais e manganês	Manganês, fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais e índice de fenóis
BP036	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade Minerária Carga difusa	Turbidez, fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais, coliformes totais e manganês	Manganês, fosfato total, coliformes fecais, índice de fenóis e óleos e graxas
BP068	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade Minerária Carga difusa	Turbidez, fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais, coliformes totais e manganês	Coliformes fecais, coliformes totais, manganês, fosfato total e índice de fenóis



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Curso d'água: Rio Paraopeba UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP070	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade Minerária Lançamento de efluente industrial Carga difusa	Turbidez, fosfato total, óleos e graxas, coliformes fecais, coliformes totais, ferro solúvel e manganês	Coliformes fecais, manganês, coliformes totais, fosfato total e índice de fenóis
BP072	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Carga difusa	Turbidez, fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais, coliformes totais e manganês	Coliformes fecais, fosfato total, coliformes totais, manganês e índice de fenóis
BP082	2	Atividade Minerária Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa Agropecuária	Turbidez, fosfato total, índice de fenóis, óleos e graxas, coliformes fecais, coliformes totais e manganês	Fosfato total, coliformes fecais, manganês, coliformes totais e óleos e graxas
BP083	2	Carga difusa Agropecuária	Turbidez, fosfato total e manganês	Fosfato total, manganês, índice de fenóis, óleos e graxas e coliformes fecais
BP078	2	Atividade Minerária Carga difusa Agropecuária	Turbidez, fosfato total, índice de fenóis e manganês	Fosfato total, manganês, índice de fenóis, óleos e graxas e coliformes fecais



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Curso d'água: Rio Maranhão UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP084	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Atividade Minerária	Fosfato total, OD, DBO, índice de fenóis, substâncias tensoativas, coliformes fecais, coliformes totais, ferro solúvel e manganês	Manganês, coliformes totais, coliformes fecais, fosfato total e oxigênio dissolvido
BP080	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Atividade Minerária Agricultura	Turbidez, fosfato total, DBO, coliformes fecais, coliformes totais, cobre e manganês	Manganês, fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais e índice de fenóis

Curso d'água: Rio Camapuã UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP026	1	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa Erosão	Turbidez, cor, fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais e manganês	Coliformes fecais, coliformes totais, fosfato total, cor e turbidez



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Curso d'água: Ribeirão Casa Branca
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP092	1	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa	Coliformes totais, coliformes fecais e ferro solúvel	Coliformes totais, coliformes fecais e ferro solúvel

Curso d'água: Ribeirão Catarina
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP094	1	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa	Fosfato total, índice de fenóis, coliformes fecais e coliformes totais	Índice de fenóis, fosfato total, coliformes totais e coliformes fecais



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Curso d'água: Ribeirão Sarzedo UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP086	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Atividade Minerária Carga difusa	Fosfato total, DBO, índice de fenóis, coliformes fecais, coliformes totais e manganês	Fosfato total, manganês, coliformes fecais, coliformes totais e índice de fenóis

Curso d'água: Rio Betim UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP088	1	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa Assoreamento	Fosfato total, índice de fenóis, óleos e graxas, coliformes fecais, coliformes totais, cobre , ferro solúvel e manganês	Manganês, óleos e graxas, fosfato total, índice de fenóis e turbidez
BP071	3	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial	Fosfato total, nitrogênio amoniacal, OD, DBO, coliformes fecais e coliformes totais	Fosfato total, oxigênio dissolvido, índice de fenóis, coliformes totais e coliformes fecais



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Curso d'água: Ribeirão Grande UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP090	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade Minerária Carga difusa	Cor, fosfato total, coliformes fecais, coliformes totais, ferro solúvel e manganês	Fosfato total, óleos e graxas, coliformes totais, coliformes fecais e cor

Curso d'água: Ribeirão dos Macacos UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2003	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2003
BP076	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Carga difusa	Fosfato total, índice de fenóis e coliformes fecais	Fosfato total, turbidez, índice de fenóis, ferro solúvel e óleos e graxas

12. Ações de Controle Ambiental – RESPOSTA

12.1. Contaminação por esgoto sanitário

No Estado de Minas Gerais os parâmetros que apresentaram maior número de violações nas estações de amostragem ao longo do ano 2003 foram fosfato total, coliformes fecais e coliformes totais com, respectivamente, 81,2%, 53% e 45,7%, de ocorrências acima dos limites legais. Essa condição vem sendo observada ao longo dos anos. Estes parâmetros representam um forte indicativo de contaminação dos cursos de água por lançamentos domésticos que é o fator de PRESSÃO mais comum sobre a qualidade das águas, conforme observado no item 11.1.

Portanto, levantou-se os municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que apresentam população urbana superior a 50.000 habitantes e que possuem estação de amostragem em trecho de curso de água a montante e/ou a jusante dos lançamentos destes municípios. Para cada estação, conforme apresentado na Tabela 12.1, avaliou-se a evolução do IQA – Índice de Qualidade das Águas ao longo dos anos. O IQA é um bom indicador da contaminação por efluentes domésticos, pois é uma síntese da ocorrência de sólidos, nutrientes e principalmente matéria orgânica e fecal. Além disso, verificaram-se as ocorrências de desconformidades em relação aos principais parâmetros associados aos esgotos domésticos, quais sejam, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (matéria orgânica), amônia não ionizável, nitrogênio amoniacal e fosfato total (nutrientes).

O município mais populoso da sub-bacia do rio Paraopeba, Betim, é o que mais contribui com a matéria orgânica nos cursos de água monitorados, conforme apresentado na Tabela 12.1. O rio Betim apresentou altos percentuais de ocorrências de violações para os parâmetros oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fosfato total e nitrogênio amoniacal em concentração acima do limite legal para cursos de água de Classe 3, em sua estação BP071, a jusante da cidade de Betim. O rio Maranhão a jusante de Conselheiro Lafaiete (BP084) também mostrou altos percentuais de violações para oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e fosfato total.

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 Betim e Conselheiro Lafaiete. O IQA Médio do ribeirão Sarzedo em Ibirité também reflete a influência do lançamento de esgoto sanitário sem tratamento.

Portanto, recomenda-se a definição de ação conjunta entre a Feam, Concessionárias de água e esgoto, Prefeituras Municipais e Ministério Público, com participação do CBH do rio Paraopeba, do COPAM e do CERH, para priorizar a implantação e otimização dos **sistemas de esgotamento sanitário** dos municípios da bacia do rio Paraopeba, especialmente de **Betim, Conselheiro Lafaiete e Ibirité**.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Tabela 12.1: Avaliação do lançamento de esgoto sanitário dos municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que possuem população urbana superior a 50.000 habitantes.

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 Amoniacal	Amônia não ionizável
BP088	Rio Betim	Montante	Betim	298.258				Bom	Médio	Bom	Bom	0	6,3	43,8	X	12,5
BP071	Rio Betim	Jusante			M. Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	88,5	69,2	88,5	88,5	X
BP086	Ribeirão Sarzedo	Jusante	Ibirité	132.335				Médio	Médio	Médio	Médio	0	6,3	87,5	X	0
BP084	Rio Maranhão	Jusante	Conselheiro Lafaiete	99.515				Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	68,8	37,5	87,5	X	0

X Parâmetro não aplicável à classe de enquadramento do trecho

12.2. Contaminação por metais tóxicos

No Estado de Minas Gerais foram verificadas no período de 1997 a 2003 algumas ocorrências de metais tóxicos em desconformidade com os padrões legais, quais sejam, cobre, mercúrio, arsênio, cádmio, zinco, cromo III e chumbo. Na sub-bacia do rio Paraopeba identificou-se ocorrência de **cobre** em concentração que resultou na Contaminação por Tóxicos Alta em 2003.

A presença de cobre no rio Betim a jusante do reservatório de Vargem das Flores em 2003 foi a única ocorrência desconforme registrada desse metal na série de resultados da estação BP088. A detecção do teor de cobre acima de 100% do limite legal da classe 1 coincidiu com o período de chuvas e pode ser associada à troca de material na interface água-sedimento do reservatório de Vargem das Flores. Assim, o IGAM informará a não conformidade observada a COPASA, que opera o Sistema de Produção de Água de Vargem das Flores, para que seja avaliada a necessidade desta Companhia efetuar estudos específicos nos sedimentos deste corpo de água.

13. BIBLIOGRAFIA

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Denominações urbanas. Disponível em <www.almg.gov.br>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12649: caracterização de cargas poluidoras na mineração. Rio de Janeiro, 1992. 30p.

_____. NBR 9897: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987. 23p.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE MUNICÍPIOS. Dados de municípios mineiros. Disponível em: <www.ammunicipios.org.br>.

BRAILE, P.M., CAVALCANTI, J.E.W.A. Manual de tratamento de águas residuárias industriais: São Paulo: CETESB, 1993. 765p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Significado sanitário dos parâmetros de qualidade selecionados para utilização na rede de monitoramento. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br/informacoesambientais/qualidade_dos_rios/parâmetros>.

_____. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Relatórios Ambientais. São Paulo: CETESB, 2004. 265p.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. Levantamento aerogeofísico do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <www.comig.com.br/portugues/menu/menuhtml/index.htm>.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Inventário das estações fluviométricas. Brasília: DNAEE, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Consumo e reservas de minério de ferro. Disponível em: <www.dnpm.gov.br/pluger16.html>. 2002.

_____. Sumário da produção mineral do Brasil em 2000. Disponível em: <www.dnpm.gov.br/sm2001.html>. 2002.

DERÍSIO, C.A. Introdução ao controle de poluição ambiental. São Paulo: CETESB, 1992. 202p.

PATRÍCIO, F.C. Avaliação da toxicidade do pesticida aldicarbe e duas espécies de peixes de água doce, *Brachydanio rerio* e *Orthospinus franciscensis*. Dissertação de mestrado. Lavras: UFLA, 1998. 76p.

FIGUEIREDO, V.L.S. Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Verde. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1998. 50p.

FIGUEIREDO, V.L.S.; MAZZINI, A.L.A. Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1997. 60p.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

FLORENCIO, E. Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Paraibuna. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1997. 50p

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1983. v. 4 (Série de Publicações Técnicas, 10).

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. Processos de licenciamento e fiscalização (Sistema FEAM). Belo Horizonte, 1989 a 2000.

_____. Licenciamento ambiental: coletânea de legislação. Belo Horizonte: FEAM, 1998. 380p. v. 5.(Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios)

_____. Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 1998. Belo Horizonte: FEAM, 1999. 87p.

_____. Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 1999. Belo Horizonte: FEAM, 2000. 81p.

_____. Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 2000. Belo Horizonte: FEAM, 2000. 112p.

_____. Agenda Marron: Indicadores Ambientais 2002. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 68p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cartas topográficas. Rio de Janeiro: IBGE. Escalas de 1:50.000; 1:100.000 e 1:250.000.

_____. Pesquisa da pecuária municipal. Minas Gerais: IBGE, 2000.

_____. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.

_____. Pesquisa de Informações Básicas Municipais 1999. Perfil dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro, 2001. 121p.

_____. Pesquisa Industrial 2000. Volume 19, número 1, EMPRESA. Rio de Janeiro, 2000.

_____. Pesquisa Industrial 2000. Volume 19, número 1, PRODUTO. Rio de Janeiro, 2000.

_____. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Totais de outorgas concedidas por unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos. Belo Horizonte: 2001. Base de Dados.

_____. Programa de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do rio São Francisco: avaliação das interferências ambientais da mineração nos recursos hídricos na bacia do Alto rio das Velhas. sub-projeto 1.2. Belo Horizonte: IGAM, 2001. 20p.

KNIE, J. Proteção ambiental com testes ecotoxicológicos. Experiências com a análise das águas e dos efluentes no Brasil. Florianópolis, 1998. 14p.

KRENKEL, P.A.; NOVOTNY, V. Water quality management. New York: Academic Press, 1980. 671p.

LEÃO, M.M.D. et al. Desenvolvimento tecnológico para controle ambiental na indústria têxtil/malha de pequeno e médio porte. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1998. 204p.

MACÊDO, J. A. B. Introdução a Química Ambiental; Química & Meio Ambiente & Sociedade 1ª ed. Juiz de Fora: Jorge Macedo, 2002, 487p.

MACÊDO, J. A. B. Águas & Águas; Química & Meio Ambiente & Sociedade 1ª ed. Juiz de Fora: ORTOFARMA, 2000, 505p.

MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental: metais pesados, mitos, mistificações e fatos. São Paulo: ProduQuímica, 1994. 153p.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Ciência e Tecnologia et al, Diagnóstico ambiental do Vale do Paraopeba. Belo Horizonte, 1996.

PÁDUA, H. B. Alcalinidade, condutividade e salinidade em sistemas aquáticos. Disponível em <www.ccinet.com.br/tucunare/alcalinidade.htm>. Acesso em: 06 ago. 2001.

PÁDUA, H. B. Dureza total das águas na aquicultura. Disponível em: <www.ccinet.com.br/tucunare/dureza.htm>. Acesso em: 06 ago. 2001.

PAREY, V.P. Manuais para gerenciamento de recursos hídricos; relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados a águas correntes. Paraná: GTZ, Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina, 1993. 227p.

QUEIROZ, J.F.; STRIXINO, S.T.; NASCIMENTO, V.M.C. Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco. EMBRAPA, 2000. 4p.

Resumo da 1ª versão do relatório "Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Minas Gerais". Processo de Codificação de Cursos D'água, jun 1999

ROMANELLI, M.C.M.; MACIEL, P. Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba. Belo Horizonte: FEAM, 1996. 50p.

SCHVARTSMAN, S. Intoxicações agudas. 4ª ed. São Paulo: UFMG Editora Universitária, 1991.

SHREVE, R.N., BRINK Jr. J.A. Indústrias de processos químicos. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1980. 718p.

Von SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. VOL 1, 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243p.

STANDART METHODS: for the examination of water and wastewater. 18 ed. Baltimore: APHA, 1992.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

SULCOSA – Sulfato de Cobre S.A. Usos e composição química do sulfato de cobre. Disponível em: <www.rcp.net.pe/usr/sulcosa/sulfa.htm>. Acesso em: 26 jul. 2001.

TEIXEIRA, J.A.O. Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Pará. Belo Horizonte: FEAM, 1998. 45p

TRAIN, R.E. Quality criteria for water. Washington D.C.: Environmental Protection Agency, 1979. 256p.

WHITE, G. F. Biodegradation of industrial compounds. Environmental Biochemistry Research Staff. Disponível em: <www.cf.ac.uk/biosi/research/Biochemistry/staff/gfw.html>. Acesso em: 20 set. 2000.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

ANEXOS



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Anexo A
Municípios com Sede na Sub-Bacia do Rio Paraopeba

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003**

UPGRH SF3			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Belo Vale	7.429	3136	4.293
Betim	306.675	298.258	8.417
Bonfim	6.866	2.556	4.310
Brumadinho	26.614	19.373	7241
Cachoeira da Prata	3.780	3.549	231
Caetanópolis	8.571	7.400	1171
Casa Grande	2.264	1.013	1251
Congonhas	41.256	39.458	1.798
Conselheiro Lafaiete	102.836	99.515	3.321
Cristiano Ottoni	4.905	3.626	1.279
Crucilândia	4.477	2.251	2.226
Entre Rios de Minas	13.114	8.390	4.724
Esmeraldas	47.090	38181	8.909
Florestal	5.647	3840	1.807
Fortuna de Minas	2.437	1515	922
Ibirité	133.044	132.335	709
Igarapé	24.838	22.977	1.861
Inhaúma	5.195	3.464	1.731
Itatiaiuçu	8.517	5.039	3.478
Jeceaba	6.109	2.831	3.278
Juatuba	16.389	15.929	460
Mar de Espanha	10.567	9.123	1444
Marilac	4.424	3.455	969
Materlândia	4.846	1.852	2994
Moeda	4.469	1.569	2900
Ouro Branco	30.383	26.303	4080
Paraopeba	20.383	17.283	3100
Pequi	3.717	2.556	1161
Piedade dos Gerais	4.274	1.584	2690
Queluzito	1.791	673	1118
Rio Manso	4.646	2.862	1784
São Brás do Suaçuí	3.282	2.718	564
São Joaquim de Bicas	18.152	13.716	4436
São José da Varginha	3.225	1.541	1684
Sarzedo	17.274	14.738	2536
TOTAL	909.486	814.609	94.877



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Anexo B
Curvas de Qualidade e Equações para Cálculo do Índice de
Qualidade das Águas

1. Coliformes Fecais

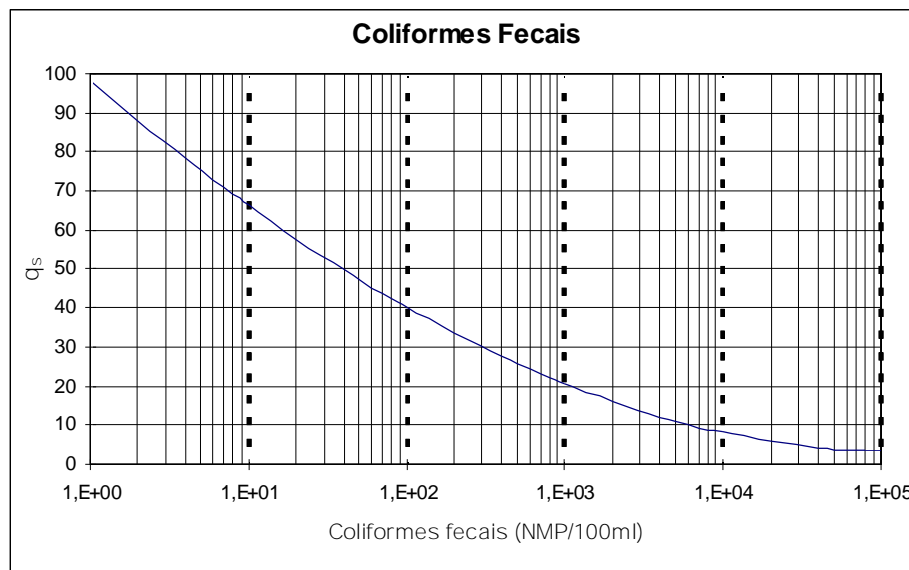
As equações para o cálculo da qualidade (q_s) do parâmetro Coliformes Fecais (CF) são:

Para $CF \leq 10^5$ NMP/100ml

$$q_s = 98,24034 - 34,7145 \times (\log(CF)) + 2,614267 \times (\log(CF))^2 + 0,107821 \times (\log(CF))^3$$

Para $CF > 10^5$ NMP/100ml

$$\Rightarrow q_s = 3,0$$



2. Potencial Hidrogeniônico – pH

As equações para o cálculo da qualidade (q_s) do parâmetro Potencial Hidrogeniônico (pH) são:

Para $pH \leq 2,0$

$$\Rightarrow q_s = 2,0$$

Para $2,0 < pH \leq 6,9$

$$q_s = -37,1085 + 41,91277 \times pH - 15,7043 \times pH^2 + 2,417486 \times pH^3 - 0,091252 \times pH^4$$

Para $6,9 < pH \leq 7,1$

$$q_s = -4,69365 - 21,4593 \times pH - 68,4561 \times pH^2 + 21,638886 \times pH^3 - 1,59165 \times pH^4$$

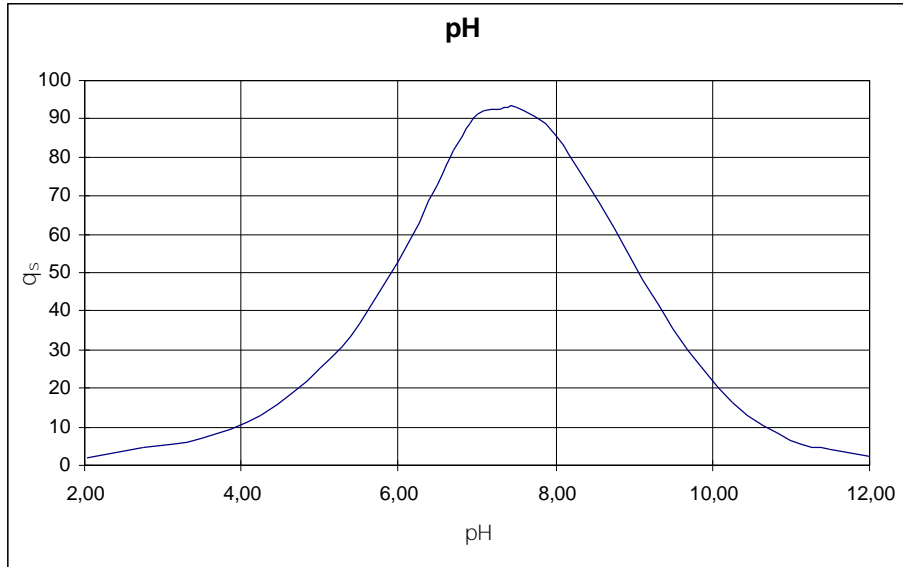
Para $7,1 < pH \leq 12$

$$q_s = -7,698,19 + 3,262,031 \times pH - 499,494 \times pH^2 + 33,1551 \times pH^3 - 0,810613 \times pH^4$$

Para $\text{pH} \geq 12,0$

\Rightarrow

$$q_s = 3,0$$



3. Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

As equações para o cálculo da qualidade (q_s) do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) são:

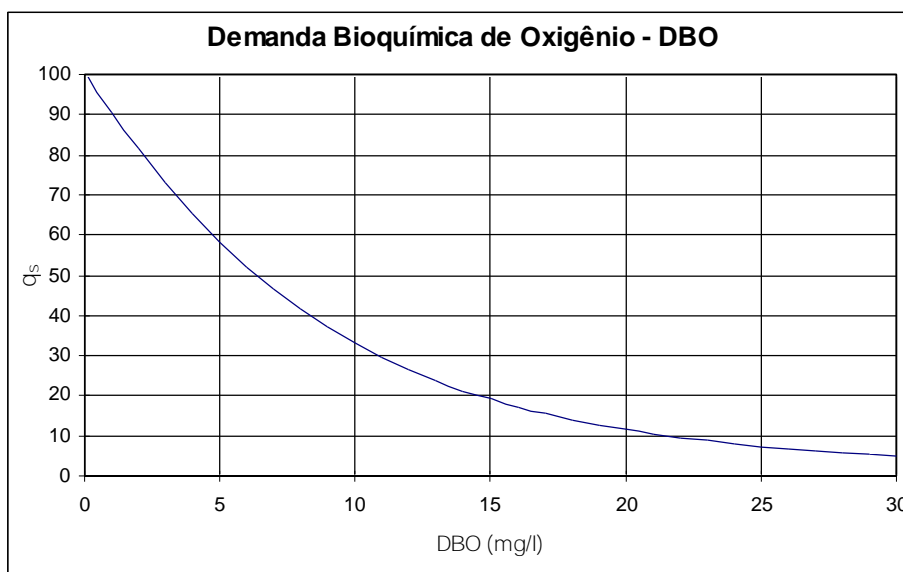
Para $\text{DBO} \leq 30 \text{ mg/l}$

$$q_s = 100,9571 - 10,7121 \times \text{DBO} + 0,49544 \times \text{DBO}^2 - 0,011167 \times \text{DBO}^3 + 0,0001 \times \text{DBO}^4$$

Para $\text{DBO} > 30,0 \text{ mg/l}$

\Rightarrow

$$q_s = 2,0$$



4. Nitrato – NO₃

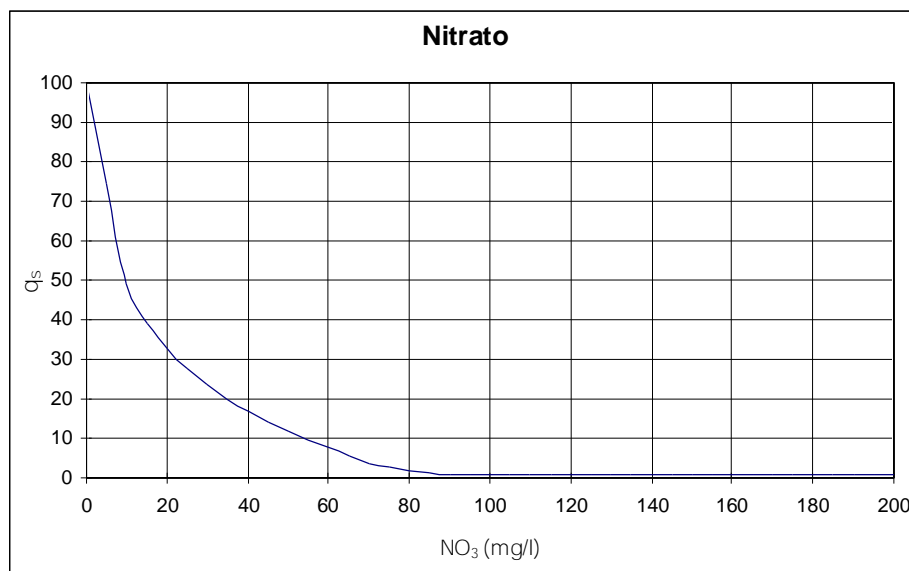
As equações para o cálculo da qualidade (qs) do parâmetro Nitrato (NO₃) são:

Para NO₃ ≤ 10 mg/l ⇒ $q_s = -5,1 \times NO_3 + 100,17$

Para 10 < NO₃ ≤ 60 mg/l ⇒ $q_s = -22,853 \times \ln(NO_3) + 101,18$

Para 60 < NO₃ ≤ 90 mg/l ⇒ $q_s = 10.000.000.000 \times (NO_3)^{5,1161}$

Para NO₃ > 90 mg/l ⇒ $q_s = 1,0$



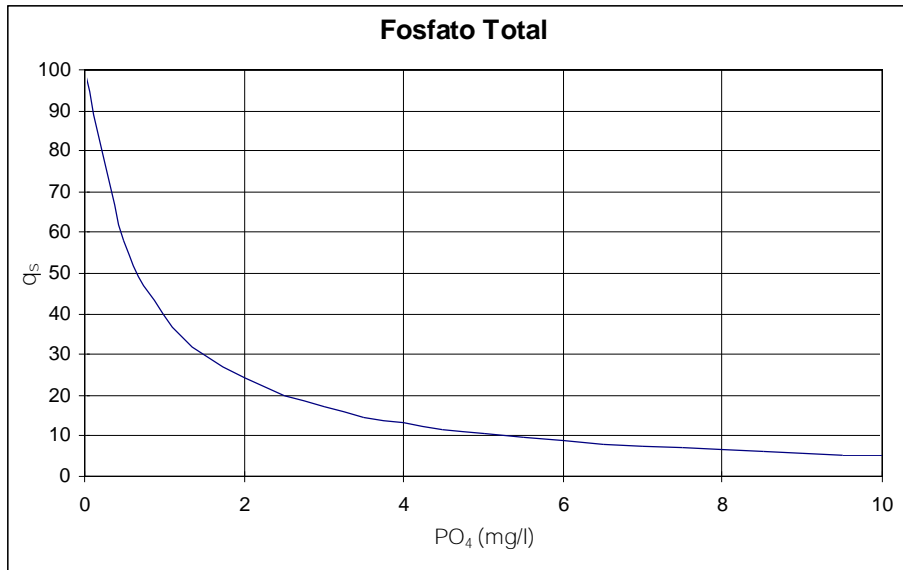
5. Fósforo Total – PO₄

As equações para o cálculo da qualidade (qs) do parâmetro Fósforo Total (PO₄) são:

Para PO₄ ≤ 10 mg/l ⇒ $q_s = 79,7 \times (PO_4 + 0,821)^{-1,15}$

Para PO₄ > 10,0 mg/l ⇒ $q_s = 5,0$

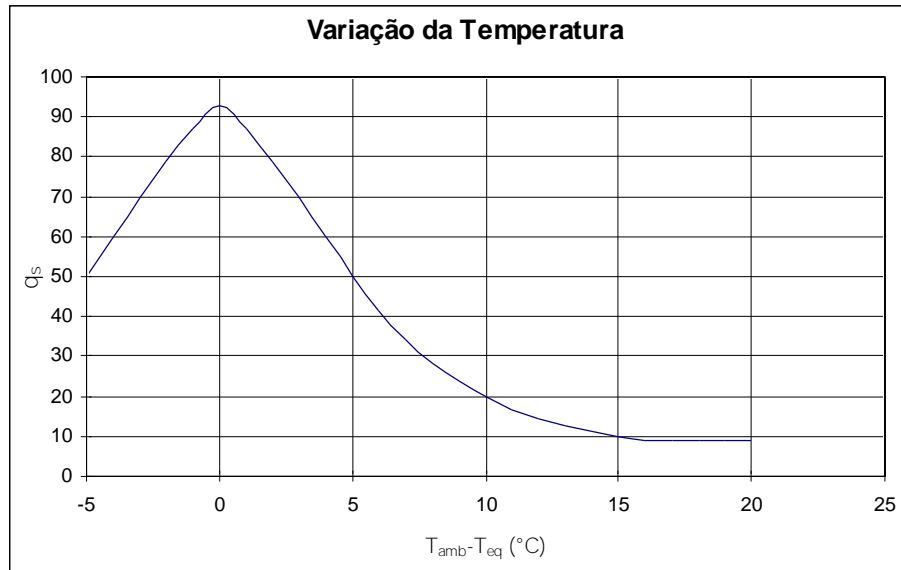
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



6. Temperatura (afastamento da temperatura de equilíbrio)

As equações para o cálculo da qualidade (q_s) do parâmetro Temperatura são:

Para $\Delta T < -5,0$	\Rightarrow	$q_s \text{ é indefinido}$
Para $-5,0 \leq \Delta T \leq -2,5$	\Rightarrow	$q_s = 10 \times \Delta T + 100$
Para $-2,5 < \Delta T \leq -0,625$	\Rightarrow	$q_s = 8 \times \Delta T + 95$
Para $-0,625 < \Delta T \leq 0$	\Rightarrow	$q_s = 4,8 \times \Delta T + 93$
Para $0 < \Delta T \leq 0,625$	\Rightarrow	$q_s = -4,8 \times \Delta T + 93$
Para $0,625 < \Delta T \leq 2,5$	\Rightarrow	$q_s = -8 \times \Delta T + 95$
Para $2,5 < \Delta T \leq 5,0$	\Rightarrow	$q_s = -10 \times \Delta T + 100$
Para $5,0 < \Delta T \leq 10,0$	\Rightarrow	$q_s = 124,57 \times e^{(-0,1842 \times \Delta T)}$
Para $10,0 < \Delta T \leq 15,0$	\Rightarrow	$q_s = 1.002,2 \times \Delta T^{1,7083}$
Para $\Delta T > 15,0$	\Rightarrow	$q_s = 9,0$



Nota: O Projeto Água de Minas adota o Dt sempre igual a zero onde $q_s=92,00$.

7. Turbidez

As equações para o cálculo da qualidade (q_s) do parâmetro Turbidez são:

Para $Tu \leq 100$

$$q_s = 90,37 \times e^{(-0,0169 \times Tu)} - 1,5 \times \cos(0,0571 \times (Tu - 30)) + 10,22 \times e^{(-0,231 \times Tu)} - 0,8$$

Para $Tu > 100$

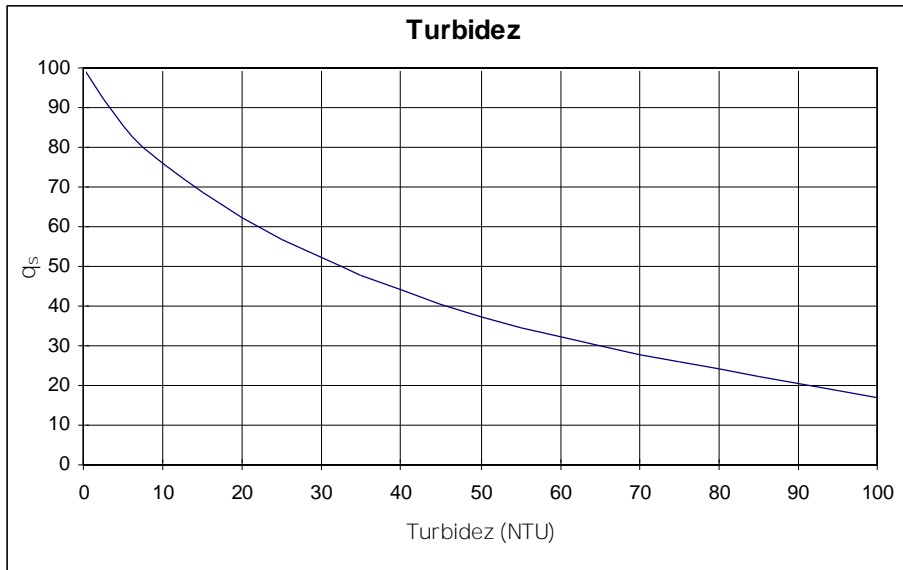
$$\Rightarrow \boxed{q_s = 5,0}$$

Observação: os cálculos de seno são considerando os valores em *RADIANO* e não em graus.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003



8. Sólidos Totais - ST

As equações para o cálculo da qualidade (q_s) do parâmetro Sólidos Totais (ST) são:

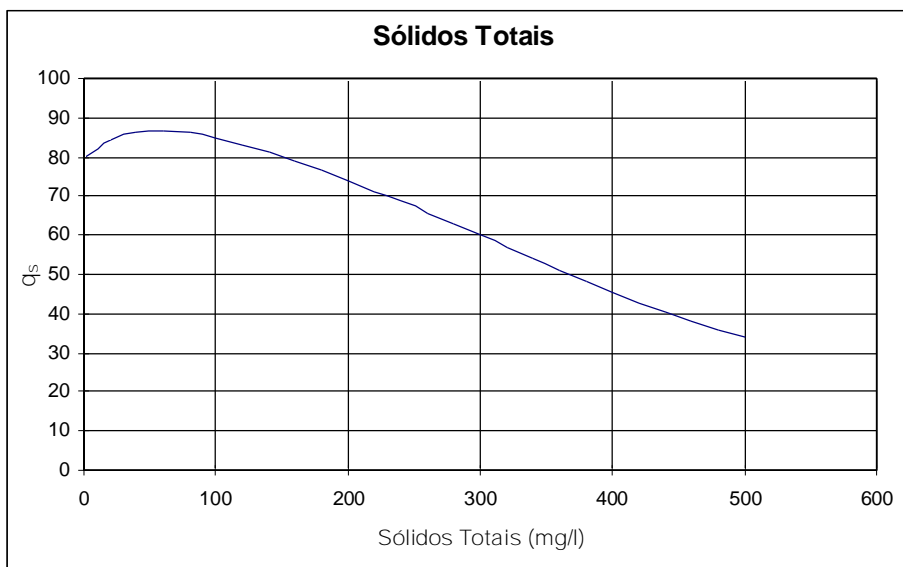
Para $ST \leq 500$

$$q_s = 133,17 \times e^{(-0,0027 \times ST)} - 53,17 \times e^{(-0,0141 \times ST)} + ((-6,2 \times e^{(-0,00462 \times ST)}) \times \text{sen}(0,0146 \times ST))$$

Para $ST > 500$

$$\Rightarrow q_s = 30,0$$

Observação: os cálculos de seno são considerando os valores em *RADIANO* e não em graus.



9. Oxigênio Dissolvido – (OD = % oxigênio de saturação)

As equações para o cálculo da qualidade (q_s) do parâmetro Oxigênio Dissolvido são:

Para OD% saturação ≤ 100 mg/l

$$q_s = 100 \times (\text{sen}(y_1))^2 - ((2,5 \times \text{sen}(y_2) - 0,018 \times OD + 6,86) \times \text{sen}(y_3)) + \frac{12}{e^{y_4} + e^{y_5}}$$

Onde:

$$y_1 = 0,01396 \times OD + 0,0873$$

$$y_2 = \frac{\pi}{56} \times (OD - 27)$$

$$y_3 = \frac{\pi}{85} \times (OD - 15)$$

$$y_4 = \frac{(OD - 65)}{10}$$

$$y_5 = \frac{(65 - OD)}{10}$$

Para $100 \leq$ OD% saturação ≤ 140 mg/l

$$q_s = -0,00777142857142832 \times (OD)^2 + 1,27854285714278 \times OD + 49,8817148572$$

Para OD% saturação > 140 mg/l

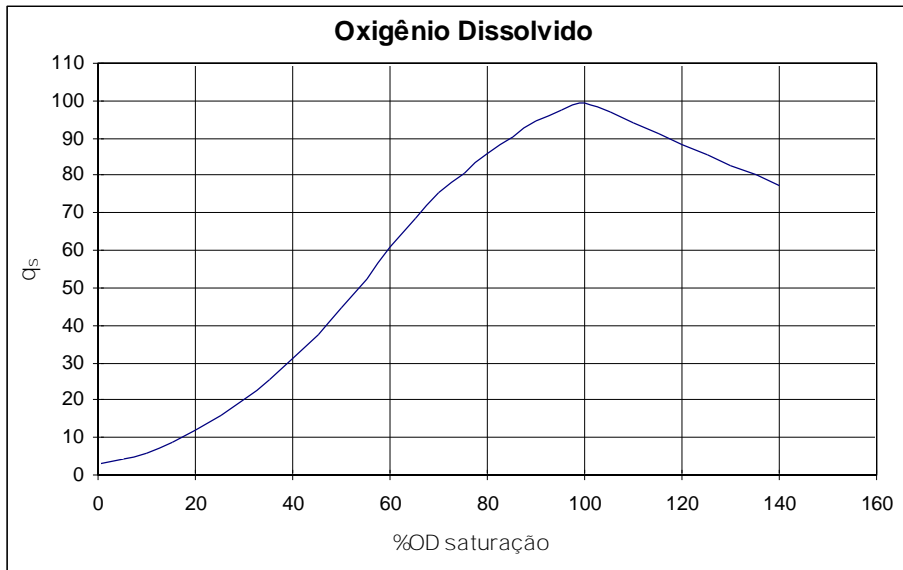
$$\Rightarrow q_s = 47,0$$

Observação: para os cálculos de *seno* considera-se os valores em *RADIANO* e não em graus.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003





QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Anexo C
Classificação das Coleções de Água

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

O CONAMA, em sua Resolução Nº 20/86, ampara a classificação das águas de Minas Gerais segundo a Deliberação Normativa Nº 10/86 do COPAM, tomando-se como base os usos preponderantes em um sistema de qualidade de classes. À este sistema chama-se enquadramento dos cursos d'água, que estabelece o nível de qualidade (classe) a ser mantido ou alcançado em um corpo d'água ao longo do tempo, em termos dos usos possíveis com segurança determinada.

As coleções de água estaduais são classificadas segundo seus usos preponderantes em 5 classes:

- I. Classe Especial – águas destinadas:
 - a. ao abastecimento doméstico, sem prévia ou com simples desinfecção;
 - b. à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;

- II. 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 que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
 - e. à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;

- III. 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 (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;

- IV. Classe 3 – águas destinadas:
 - a. ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
 - b. à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas ou forrageiras;
 - c. à dessedentação de animais;

- V. Classe 4 – águas destinadas:
 - a. à navegação;
 - b. à harmonia paisagística;
 - c. aos usos menos exigentes.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Anexo D
Tabela de Equação de Transferência e Fator Multiplicador



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
SF001	São Francisco	161,19	40025000	Vargem Bonita	São Francisco	299,00	0,5391
SF002	São Miguel	226,00	40053000	Calciolândia	São Miguel	235,00	0,9617
SF003	São Francisco	4.841,49	40050000	Iguatama	São Francisco	4.846,00	0,9991
SF004	Preto	120,92	40053000	Calciolândia	São Miguel	235,00	0,5146
SF005	São Francisco	13.183,51	40100000	Porto das Andorinhas	São Francisco	13.087,00	1,0074
SF006	São Francisco	25860,11	1 - 40100000	Porto das Andorinhas	São Francisco	13.087,00	1,4144xQ1 +Q2
			2 - 40330000	Velho da Taipa	Pará	7.350,00	
SF007	Rib. Marmelada	478,64	40530000	Abaeté	Marmelada	466,00	1,0271
SF009	Rib. Sucurí	143,69	40530000	Abaeté	Marmelada	466,00	0,3083
SF011	Indaiá	2.237,33	40930000	Barra do Funchal	Indaiá	881,00	2,5395
SF013	Borrachudo	943,80	40975000	Fazenda São Félix	Borrachudo	905,00	1,0429
SF017	Abaeté	5.259,80	41075001	Porto do Passarinho	Abaeté	4.330,00	1,2147
PA001	Pará	389,85	40170000	Marilândia	Itapecerica	1.027,00	0,3796
PA002	Rib. Paiol	154,39	40170000	Marilândia	Itapecerica	1.027,00	0,1503
PA003	Pará	1.679,01	40170000	Marilândia	Itapecerica	1.027,00	1,6349
PA004	Itapecerica	1.046,05	40170000	Marilândia	Itapecerica	1.027,00	1,0185
PA005	Pará	2.569,25	40150000	Carmo do Cajuru	Pará	2.507,00	1,0248
PA007	Itapecerica	2.010,45	40185000	Pari	Itapecerica	1.849,00	1,0873
PA009	São João	431,19	40269900	Itaúna - Montante	São João	337,00	1,2795
PA010	Rib. Paciência	366,00	40269900	Itaúna - Montante	São João	337,00	1,0861
PA011	São João	1.585,62	40300001	Jaguaruna - jusante	São João	1.543,00	1,0276
PA013	Pará	7.337,34	40330000	Velho da Taipa	Pará	7.350,00	0,9983
PA015	Lambari	2.084,79	40400000	Estação Álvaro da Silveira	Lambari	1.803,00	1,1563
PA017	Picão	778,74	40500000	Martinho Campos	Rib. Picão	715,00	1,0891
PA019	Pará	12.197,23	40330000	Velho da Taipa	Pará	7.350,00	1,6595
BP026	Camapuã	1.110,60	40680000	Entre rios de Minas	Brumado	469,00	2,3680
BP027	Paraopeba	2475,18	1 - 40710000	Belo Vale	Paraopeba	2.690,00	(Q1-Q2-Q3-Q4)x 0,8151 + (Q2+Q3+Q4)
			2 - 40680000	Entre Rios de Minas	Brumado	469,00	
			3 - 40549998	São Bras do Suacui - Montante	Paraopeba	446,00	
			4 - 40579995	Congonhas - Linígrafo	Maranhão	613,00	
BP029	Paraopeba	2.690,00	40710000	Belo Vale	Paraopeba	2.690,00	1,0000

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
BP036	Paraopeba	3.833,82	1 - 40740000	Alberto Flores	Paraopeba	3.945,00	(Q1-Q2) x 0,9114 + Q2
			2 - 40710000	Belo Vale	Paraopeba	2.690,00	
BP068	Paraopeba	5.032,34	1 - 40740000	Alberto Flores	Paraopeba	3.945,00	(Q2-Q1) x 0,6267 + Q1
			2 - 40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	5.680,00	
BP070	Paraopeba	5.342,18	1 - 40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	5.680,00	(Q1-Q2) x 0,8053 + Q2
			2 - 40740000	Alberto Flores	Paraopeba	3.945,00	
BP071	Betim	245,15	40823500	Suzana	Paraopeba	153,00	1,6023
BP072	Paraopeba	5.697,68	40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	5.680,00	1,0031
BP076	Rib. Macacos	853,33	1 - 40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	7.760,00	(Q1-Q2) x 0,4102
			2 - 40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	5.680,00	
BP078	Paraopeba	10.251,68	40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	7.760,00	1,3211
BP079	Paraopeba	463,89	40549998	São Bras do Suacui - Montante	Paraopeba	446,00	1,0401
BP080	Maranhão	699,15	40579995	Congonhas - Linígrafo	Maranhão	613,00	1,1405
BP082	Paraopeba	7.356,20	1 - 40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	7.760,00	(Q1-Q2) x 0,8059 + Q2
			2 - 40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	5.680,00	
BP083	Paraopeba	8.763,97	40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	7.760,00	1,1294
BP084	Maranhão	255,23	40579995	Congonhas - Linígrafo	Maranhão	613,00	0,4164
BP086	Rib. Sarzedo	191,70	40811100	Jardim	Paraopeba	112,40	1,7055
BP088	Betim	124,24	40811100	Jardim	Paraopeba	112,40	0,8120
BP090	Rib. Grande	355,15	1 - 40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	7.760,00	(Q1-Q2) x 0,1707
			2 - 40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	5.680,00	
BV013	Velhas	578,51	41199998	Honório Bicalho	Velhas	1.642,00	0,3523
BV035	Itabira	473,18	41151000	Fazenda Água Limpa Jusante	Velhas	173,00	2,7351
BV037	Velhas	1.198,57	1 - 41199998	Honório Bicalho	Velhas	1.642,00	(Q1-Q2) x 0,6981 + Q2
			2 - 41151000	Fazenda Água Limpa Jusante	Velhas	173,00	
BV139	Velhas	1.502,56	41199998	Honório Bicalho	Velhas	1.642,00	0,9151
BV062	Rib. Água Suja	88,46	41151000	Fazenda Água Limpa Jusante	Velhas	173,00	0,5113
BV063	Velhas	1.810,29	41199998	Honório Bicalho	Velhas	1.642,00	1,1025
BV067	Velhas	1.992,66	41199998	Honório Bicalho	Velhas	1.642,00	1,2136
BV076	Rib. Sabará	240,14	41300000	Taquaraçu	Taquaraçu	584,00	0,4112



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
BV083	Velhas	2.500,72	1 - 41260000	Pinhões	Velhas	3.928,00	(Q1-Q2-Q3) x 0,5334 + Q2
			2 - 41199998	Honório Bicalho	Velhas	1.642,00	
			41250000	Vespaziano	Rib. Mata	676,00	
BV105	Velhas	2.759,03	1 - 41260000	Pinhões	Velhas	3.928,00	(Q1-Q2-Q3) x 0,6938 + Q2
			2 - 41199998	Honório Bicalho	Velhas	1.642,00	
			3 - 41250000	Vespaziano	Rib. Mata	676,00	
BV130	Rib. Mata	829,05	41250000	Vespaziano	Rib. Mata	676,00	1,2264
BV135	Taquaraçu	775,61	41300000	Taquaraçu	Taquaraçu	584,00	1,3281
BV137	Velhas	4.937,00	41340000	Ponte Raul Soares	Velhas	4.780,00	1,0328
BV140	Rib. Jequitibá	567,20	41539998	Fazenda da Contagem - Montante	Rib. Jequitibá	476,00	1,1916
BV141	Velhas	7.843,28	41600000	Pirapama	Velhas	7.838,00	1,0007
BV142	Velhas	10.710,32	41650002	Ponte do Licínio	Velhas	10.980,00	0,9754
BV143	Paraúna	3.974,46	41780002	Presidente Juscelino Jusante	Paraúna	3.912,00	1,0160
BV146	Velhas	18.891,95	41818000	Santo Hipólito	Velhas	16.528,00	1,1430
BV147	Bicudo	2.158,33	41940000	Ponte do Bicudo	Bicudo	1.922,00	1,1230
BV148	Velhas	25.940,00	41990000	Várzea da Palma	Velhas	25.940,00	1,0000
BV149	Velhas	27.750,09	41990000	Várzea da Palma	Velhas	25.940,00	1,0698
BV152	Velhas	16.464,93	41818000	Santo Hipólito	Velhas	16.528,00	0,9962
BV153	Velhas	3.788,43	1 - 41260000	Pinhões	Velhas	3.928,00	(Q1-Q2-Q3) x 0,9133 + Q2 + Q3
			2 - 41199998	Honório Bicalho	Velhas	1.642,00	
			3 - 41250000	Vespaziano	Rib. Mata	676,00	
BV154	Rib. Onça	208,28	41250000	Vespaziano	Rib. Mata	676,00	0,3081
BV155	Rib. Arrudas	205,85	41250000	Vespaziano	Rib. Mata	676,00	0,3045
BV156	Velhas	5.854,84	1 - 41410000	Jequitibá	Velhas	6.292,00	(Q1-Q2-Q3) x 0,5528 + Q2 + Q3
			2 - 41340000	Ponte Raul Soares	Velhas	4.780,00	
			3 - 41380000	Ponte Preta	Rib. Jaboticatubas	524,00	
BV160	Rib. Neves	179,64	41151000	Fazenda Água Limpa	Velhas	173,00	1,0384
BV161	Rib. Santo Antônio	692,50	41685000	Ponte do Picão	Rib. Picão	534,00	1,2968
BV162	Cipó	2.150,03	41780002	Presidente Juscelino Jusante	Paraúna	3.912,00	0,5496
SF019	São Francisco	61.753,15	41135000	Pirapora - Barreiro	São Francisco	61.753,15	1,0000
SF021	Jequitaí	8.783,66	42145498	Fazenda Umbrana - Montante	Jequitaí	6.811,00	1,2896



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
SF023	São Francisco	100.888,99	42210000	Cachoeira da Manteiga	São Francisco	107.070,00	0,9423
SF025	São Francisco	149.924,56	42210000	Cachoeira da Manteiga	São Francisco	107.070,00	1,4002
PT001	Prata	3.430,00	42365000	Ponte da BR-040 - Prata	Prata	3.430,00	1,0000
PT003	Paracatu	7.738,69	42290000	Ponte da BR-040 - Paracatu	Paracatu	7.720,00	1,0024
PT005	Cór. Rico	184,06	42255000	Fazenda Nolasco	Rib. Santa Isabel	257,00	0,7162
PT007	Preto	5.840,00	42540000	Santo Antônio do Boqueirão	Preto	5.840,00	1,0000
PT009	Paracatu	29.060,00	42690001	Porto da Extrema	Paracatu	29.060,00	1,0000
PT011	Sono	4.425,97	42850000	Cachoeira das Almas	Sono	4.350,00	1,0175
PT013	Paracatu	43.668,00	42980000	Porto Alegre	Paracatu	40.300,00	1,0836
UR001	Urucuia	3.187,00	43250002	Buritis - Jusante	Urucuia	3.187,00	1,0000
UR007	Urucuia	17.347,08	1 - 43880000	Santo Inácio	Urucuia	23.765,00	(Q1-Q2) x 0,4676 + Q2
			2 - 43429998	Arinos - Montante	Urucuia	11.710,00	
UR009	Rib. Almas	680,13	43675000	Ribeirão da Conceição	Rib. Conceição	2.200,00	0,3092
SF027	São Francisco	182.537,00	44200000	São Francisco	São Francisco	182.537,00	1,0000
SF029	São Francisco	194.131,00	44290002	Pedras de Maria da Cruz	São Francisco	191.063,00	1,0161
SF031	São Francisco	197.321,44	1 - 44500000	Manga	São Francisco	200.789,00	(Q1-Q2) x 0,6434 + Q2
			2 - 44290002	Pedras de Maria da Cruz	São Francisco	191.063,00	
SF033	São Francisco	200.789,00	44500000	Manga	São Francisco	200.789,00	1,0000
VG001	Verde Grande	654,82	44630000	Capitão Eneas	Verde Grande	3.433,45	0,1907
VG003	Rib. Vieiras	475,18	44630000	Capitão Eneas	Verde Grande	3.433,45	0,1384
VG004	Verde Grande	4.090,21	44630000	Capitão Eneas	Verde Grande	3.433,45	1,1913
VG005	Verde Grande	12.275,14	44670000	Colônia do Jaíba	Verde Grande	12.401,00	0,9899
VG011	Verde Grande	23.282,04	44950000	Boca da Caatinga	Verde Grande	30.474,00	0,7640
BS002	Paraibuna	368,05	58470000	Chapéu d'Uvas	Paraibuna Mineiro	367,00	1,0029
BS006	Paraibuna	685,15	1 - 58480500	Juiz de Fora - Jusante	Paraibuna Mineiro	981,00	(Q1-Q2) x 0,5182 + Q2
			2 - 58470000	Chapéu d'Uvas	Paraibuna Mineiro	367,00	
BS017	Paraibuna	1015,2	58480500	Juiz de Fora - Jusante	Paraibuna Mineiro	981,00	1,0349
BS018	Paraibuna	1.118,19	1 - 58520000	Sobraji	Paraibuna Mineiro	3.645,00	(Q1-Q2) x 0,0515 + Q2
			2 - 58480500	Juiz de Fora - Jusante	Paraibuna Mineiro	981,00	
BS024	Paraibuna	3.746,79	58520000	Sobraji	Paraibuna Mineiro	3.645,00	1,0279
BS028	Preto	3.342,00	58550001	Rio Preto	Preto	1.804,00	1,8525



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
BS029	Paraibuna	7138,39	58520000	Sobraji	Paraibuna Mineiro	3.645,00	1,9584
BS031	Cágado	1128,66	58610000	Estevão Pinto	Cágado	782,00	1,4433
BS032	Paraibuna	8.905,82	58520000	Sobraji	Paraibuna Mineiro	3.645,00	Q1x1,7338 + Q2 + Q3
			58610000	Estevão Pinto	Cágado	782,00	
			58550001	Rio Preto	Preto	1.804,00	
BS060	Paraíba do Sul	18.790,00	58380001	Paraíba do Sul - RN	Paraíba do Sul	18.534,00	1,0138
BS061	Peixe	2.337,41	58516500	Fazenda Santo Antônio	Peixe	2.338,00	0,9997
BS033	Pomba	447,48	58710000	Usina Ituere	Pomba	784,00	0,5708
BS042	Xopotó	1.285,43	58736000	Barra do Xopotó	Xopotó	1.274,00	1,0090
BS043	Pomba	3.822,00	58770000	Cataguases (PCD)	Pomba	5.858,00	0,6524
BS046	Novo	2.020,29	58765001	Usina Mauricio	Novo	1.889,00	1,0695
BS049	Rib. Meia Pataca	154,11	58770000	Cataguases (PCD)	Pomba	5.858,00	0,0263
BS050	Pomba	6.392,25	58770000	Cataguases (PCD)	Pomba	5.858,00	1,0912
BS054	Pomba	7.690,77	58770000	Cataguases (PCD)	Pomba	5.858,00	1,3129
BS056	Carangola	1.079,57	58930000	Carangola	Carangola	768,00	1,4057
BS057	Muriaé	2663,89	58920000	Patrocínio do Muriaé	Muriaé	2.659,00	1,0018
BS058	Glória	1091,59	58917000	Jussara	Gloria	743,00	1,4692
BS059	Muriaé	482,4	58920000	Patrocínio do Muriaé	Muriaé	2.659,00	0,1814
BS071	Rib. Ubá	246,58	58736000	Barra do Xopotó	Xopotó	1.274,00	0,1935
BS073	Rib. Posses	40,54	58750000	Piau	Piau	1.274,00	0,0318
BS077	Xopotó	179,25	58736000	Barra do Xopotó	Xopotó	1.274,00	0,1407
BS081	Muriaé	1.125,68	58920000	Patrocínio do Muriaé	Muriaé	2.659,00	0,4233
BS083	Paraibuna	824,35	1 - 58480500	Juiz de Fora - Jusante	Paraibuna Mineiro	981,00	(Q1-Q2) x 0,7449 + Q2
			2 - 58470000	Chapéu d'Uvas	Paraibuna Mineiro	367,00	
BS085	Peixe	663,98	1 - 58512000	Torreões	Peixe	1.711,00	(Q1-Q2) x 0,3327 + Q2
			2 - 58500000	Usina Brumado	Brumado	142,00	
RD001	Piranga	1408,09	56028000	Piranga	Piranga	1.395,00	1,0094
RD004	Xopotó	2.068,91	1 - 56065000	Senador Firmino	Turvo	291,00	(Q1-Q2-Q3-Q4)x 0,8151 + (Q2+Q3+Q4)
			2 - 56055000	Bráz Pires	Xopotó	1.089,00	
			3 - 56028000	Piranga	Piranga	1.395,00	
			4 - 56075000	Porto Firme	Piranga	4.251,00	



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
RD007	Piranga	4.276,65	56075000	Porto Firme	Piranga	4.251,00	1,0060
RD009	Carmo	197,07	56240000	Fazenda Paraíso	Gualaxo do Sul	857,00	0,2300
RD013	Piranga	6.256,04	56110005	Ponte Nova - jusante	Piranga	6.247,84	1,0013
RD018	Casca	2.357,38	56415000	Rio Casca	Casca	2.036,00	1,1578
RD019	Doce	9.608,77	1 - 56425000	Fazenda Cachoeira D'Antas	Doce	10.080,00	(Q1-Q2-Q3-Q4) x 0,8151 + (Q2+Q3+Q4)
			2 - 56110005	Ponte Nova - jusante	Piranga	6.247,84	
			3 - 56335001	Acaiaca - jusante	Carmo	1.371,00	
			4 - 56337000	Fazenda Ocidente	Gualaxo do Norte	531,00	
RD021	Matipó	1.866,29	56510000	Inst. Florestal Raul Soares	Matipó	1.800,00	1,0368
RD023	Doce	15.899,68	56539000	Cachoeira dos Óculos - Montante	Doce	15.836,00	1,0040
RD025	Piracicaba	1.162,44	56610000	Rio Piracicaba	Piracicaba	1.163,00	0,9995
RD026	Piracicaba	1.372,25	56610000	Rio Piracicaba	Piracicaba	1.163,00	1,1799
RD027	Santa Bárbara	1.400,47	1 - 56659998	Nova Era IV	Piracicaba	3.079,14	(Q1-Q2) x 0,0515 + Q2
			2 - 56610000	Rio Piracicaba	Piracicaba	1.163,00	
RD029	Piracicaba	3.079,14	56659998	Nova Era IV	Piracicaba	3.079,14	1,0000
RD030	Peixe	411,71	56640000	Carrapato - Brumal	Rib. Santa Bárbara	420,00	0,9803
RD031	Piracicaba	5.310,51	56696000	Mário de Carvalho	Piracicaba	5.288,00	1,0043
RD032	Piracicaba	4.703,97	56659998	Nova Era IV	Piracicaba	3.203,00	1,4686
RD033	Doce	24.281,44	56719998	CENIBRA	Piracicaba	24.204,00	1,0032
RD034	Piracicaba	5.423,48	56696000	Mário de Carvalho	Piracicaba	5.288,00	1,0256
RD035	Doce	23.272,64	1 - 56719998	CENIBRA	Piracicaba	24.204,00	(Q1-Q2-Q3-Q4)x 0,8151 + (Q2+Q3+Q4)
			2 - 56539000	Cachoeira dos Óculos - Montante	Doce	15.836,00	
			3 - 56696000	Mário de Carvalho	Piracicaba	5.060,00	
RD039	Santo Antônio	10.450,76	56825000	Naque Velho	Santo Antônio	10.170,00	1,0276
RD040	Corrente Grande	2.496,00	56846000	Porto Santa Rita	Corrente Grande	1.965,00	1,2702
RD044	Doce	40.479,75	56850000	Governador Valadares	Doce	39.828,00	1,0164
RD045	Doce	40.774,43	56850000	Governador Valadares	Doce	39.828,00	1,0238
RD049	Suaçuí Grande	9.790,00	56891900	Vila Matias - Montante	Suaçuí Grande	10.200,00	0,9598
RD053	Doce	55.219,94	56920000	Tumiritinga	Doce	55.425,00	0,9963
RD056	Caratinga	289,74	56935000	Dom Cavati	Caratinga	784,00	0,3696
RD057	Caratinga	3.209,50	56940002	Barra do Cuieté - jusante	Cuieté	3.250,00	0,9875



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
RD058	Doce	60.050,87	1 - 56948005	Resplendor - jusante	Doce	61.610,00	(Q1-Q2) x 0,0515 + Q2
			2 - 56920000	Tumiritinga	Doce	55.425,00	
RD059	Doce	61.310,83	56948005	Resplendor - jusante	Doce	61.610,00	0,9951
RD064	Manhuaçu	1.211,92	56960005	Fazenda Vargem Alegre	Manhuaçu	1.240,00	0,9774
RD065	Manhuaçu	8.591,34	56990000	São Sebastião da Encruzilhada	Manhuaçu	8.454,00	1,0162
RD067	Doce	71.420,92	1 - 56948005	Resplendor - jusante	Doce	61.610,00	(Q1-Q2) x 0,0515 + Q2
			2 - 56990000	São Sebastião da Encruzilhada	Manhuaçu	8.810,00	
BG001	Grande	353,31	61009000	Bom Jardim de Minas	Grande	509,00	0,6941
BG003		353,31	61012000	Bom Jardim de Minas	Grande	509,00	0,6941
BG005	Aiuruoca	2.242,54	61060000	Fazenda Laranjeiras	Aiuruoca	2.083,00	1,0766
BG007	Grande	6.274,21	1 - 61145000	Macaia	Grande	15.395,00	(Q1-Q2-Q3) x 0,1949 + Q3
			2 - 61135000	Ibituruna	Mortes	5.586,00	
			3 - 61078000	Itumirim	Capivari	1.829,00	
BG009	Capivari	2.059,49	61078000	Itumirim	Capivari	1.829,00	1,1260
BG010	Caieiro	132,97	61085000	Campolide	Mortes	569,00	0,2337
BG011	Mortes	147,00	61085000	Campolide	Mortes	569,00	0,2583
BG012	Mortes	791,23	61085000	Campolide	Mortes	569,00	1,3906
BG013	Mortes	1.021,59	61090000	Barroso	Mortes	1.030,00	0,9918
BG014	Mortes	969,00	61090000	Barroso	Mortes	1.030,00	0,9408
BG015	Mortes	4.068,39	61107000	Porto Tiradentes	Mortes	2.714,00	1,4990
BG017	Mortes	6.070,67	61135000	Ibituruna	Mortes	5.586,00	1,0868
BG019	Grande	15.961,87	61145000	Macaia	Grande	15.395,00	1,0368
BG021	Jacaré	2.113,97	61202000	Santana do Jacaré	Jacaré	1.547,00	1,3665
BG023	Formiga	217,79	61202000	Santana do Jacaré	Jacaré	1.547,00	0,1408
BG025	Verde	85,07	61429000	Itanhandu	Verde	116,00	0,7334
BG027	Verde	702,89	61429000	Itanhandu	Verde	116,00	6,0594
BG028	Verde	1.373,76	61429000	Itanhandu	Verde	116,00	11,8428
BG029	Baependi	1.141,19	61473000	Baependi	Baependi	599,00	1,9052
BG030	Lambari	67,93	61500000	Fazenda Juca Casimiro	Lambari	707,00	0,0961
BG031	Lambari	942,10	61500000	Fazenda Juca Casimiro	Lambari	707,00	1,3325
BG032	Verde	4.182,75	61510000	Três Corações	Verde	4.172,00	1,0026



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
BG033	Peixe	949,60	61520000	Chácara Santana	Peixe	851,00	1,1159
BG034	Peixe	569,28	61520000	Chácara Santana	Peixe	851,00	0,6690
BG035	Verde	5.482,67	1 - 61537000	Porto dos Buenos	Verde	6.271,00	(Q1-Q2-Q3) x 0,7583 + Q3
			2 - 61530000	Palmela dos Coelho	Palmela	358,00	
			3 - 61510000	Três Corações	Verde	4.172,00	
BG036	Palmela	573,51	61530000	Palmela dos Coelho	Palmela	358,00	1,6020
BG037	Verde	6.362,99	61537000	Porto Buenos	Verde	6.271,00	1,0147
BG039	Sapucai	584,22	61271000	Itajubá	Sapucai	869,00	0,6723
BG041	Sapucai	1.875,68	61305000	Santa Rita do Sapucaí	Sapucai	2.811,00	0,6673
BG043	Sapucai	3.055,50	61305000	Santa Rita do Sapucaí	Sapucai	2.811,00	1,0870
BG044	Sapucai-Mirim	2.254,85	1 - 61350000	Conceição dos Ouros	Sapucai-Mirim	1.307,00	1,1552Q1 + Q2
			2 - 61370000	Ponte dos Rorigues	Itaim	745,00	
BG045	Sapucai-Mirim	2.840,71	1 - 61350000	Conceição dos Ouros	Sapucai-Mirim	1.307,00	1,6035Q1 + Q2
			2 - 61370000	Ponte dos Rorigues	Itaim	745,00	
BG047	Sapucai	7.359,87	61410000	Careaçu	Itaim	7.346,00	1,0019
BG049	Sapucai	9.444,62	61425000	Paraguaçu (Ponte Baguari)	Sapucai	9.424,00	1,0022
BG053	Bocaina	379,34	61695000	Itaú de Minas	São João	1.283,00	0,2957
BG055	São João	2.418,13	61695000	Itaú de Minas	São João	1.283,00	1,8847
BG057	Gameleira	15,00	61794000	Uberaba	Uberaba	575,50	0,0261
BG058	Gameleira	15,00	61794000	Uberaba	Uberaba	575,50	0,0261
BG059	Uberaba	1.994,12	61795000	Conceição da Alagoas	Uberaba	1.973,00	1,0107
BG063	Rib. Das Antas	469,30	61800500	Beira de Santa Rita	Pardo	356,00	1,3183
PB001	Paranaíba	199,00	60010000	Santana de Patos	Paranaíba	2.714,00	0,0733
PB003	Paranaíba	4.042,13	60011000	Patos de Minas (PCD)	Paranaíba	4.042,13	1,0000
PB005	Paranaíba	12.520,00	60011000	Patos de Minas (PCD)	Paranaíba	4.042,13	3,0974
PB009	Jardão	691,84	60150000	Estrela do Sul	Bagagem	787,00	0,8791
PB011	Quebra Anzol	4.908,92	1 - 60250000	Fazenda São Mateus	Quebra Anzol	1.231,00	1,9260xQ1 + Q1 + Q2
			2 - 60265000	Ibia	Misericórdia	1.307,00	
PB013	Capivara	1.251,25	60250000	Fazenda São Mateus	Quebra Anzol	1.231,00	1,0165
PB015	Santo Antônio	141,09	60145000	Iraí de Minas	Bagagem	82,00	1,7206
PB017	Araguari	3.603,82	60220000	Desemboque	Araguari	1.205,00	2,9907



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

TABELA DA EQUAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA E FATOR MULTIPLICADOR

Qualidade			Postos Fluviométricos				Fator
Ponto	Curso d'água	Área	Código	Nome	Curso d'água	Área	
PB022	Uberabinha	835,45	60381000	Fazenda Letreiro	Uberabinha	835,45	1,0000
PB023	Uberabinha	1.632,09	60381000	Fazenda Letreiro	Uberabinha	835,45	1,9535
PB027	Tijuco	9.021,24	60845000	Ituiutaba	Tijuco	6.154,00	1,4659
PB029	Prata	5.674,90	60850000	Fazenda Buriti do Prata	Prata	2.526,00	2,2466
PB033	São Domingos	3.520,81	60925001	Ponte São Domingos	São Domingos	3.540,00	0,9946
JE001	Jequitinhonha	396,11	54220000	São Gonçalo do Rio Preto	Preto	204,30	1,9389
JE003	Jequitinhonha	1.161,97	54220000	São Gonçalo do Rio Preto	Preto	204,30	5,6876
JE005	Jequitinhonha	7.986,70	54010005	Vila Terra Branca jusante	Jequitinhonha	7.559,40	1,0565
JE007	Jequitinhonha	19.524,88	54150000	Porto Mandacaru	Jequitinhonha	15.787,88	1,2367
JE009	Salinas	3.030,53	54193000	Rubelita	Salinas	3.030,53	1,0000
JE011	Jequitinhonha	23.419,36	54195000	Barra do Salinas	Jequitinhonha	23.247,56	1,0074
JE013	Araçuaí	7.511,01	54260000	Ponte Alta	Araçuaí	7.511,01	1,0000
JE015	Araçuaí	10.707,83	54390000	Pega	Araçuaí	11.412,83	0,9382
JE017	Araçuaí	16.230,00	54500000	Araçuaí	Araçuaí	16.577,85	0,9790
JE019	Jequitinhonha	43.026,72	54580000	Itaobim	Jequitinhonha	45.819,00	0,9391
JE021	Jequitinhonha	50.930,69	54710000	Jequitinhonha (PCD)	Jequitinhonha	53.298,00	0,9556
JE023	Jequitinhonha	55.851,63	1 - 54710000	Jequitinhonha (PCD)	Jequitinhonha	53.298,00	(Q2-Q1) x 0,2553 + Q1
			2 - 54780000	Jacinto	Jequitinhonha	63.300,00	
JE025	Jequitinhonha	66.150,15	54780000	Jacinto	Jequitinhonha	63.300,00	1,0450
MU001	Mucuri	2.598,45	55520001	Mucuri	Mucuri	2.016,00	1,2889
MU003	Marambaia	2.080,35	1 - 55520001	Mucuri	Mucuri	2.016,00	(Q2-Q1) x -0,6548
			2 - 55560000	Fazenda Diacuí	Mucuri	5.193,00	
MU005	Mucuri	5.173,59	55560000	Fazenda Diacuí	Mucuri	5.193,00	0,9963
MU006	Todos os Santos	44,56	55610000	Francisco Sá	Todos os Santos	1.785,00	0,0250
MU007	Todos os Santos	1.064,42	55610000	Francisco Sá	Todos os Santos	1.785,00	0,5963
MU009	Mucuri	10.064,07	55630000	Carlos Chagas	Mucuri	9.247,00	1,0884
MU011	Pampã	2.797,33	55660000	São Pedro do Pampa	Pampã	1.827,00	1,5311
MU013	Mucuri	13.767,46	55699998	Nanuque - Montante	Mucuri	13.767,46	1,0000
PD001	Pardo	710,54	53490000	Fazenda Benfica	Pardo	5.661,93	0,1255
PD003	Pardo	5.661,93	53490000	Fazenda Benfica	Pardo	5.661,93	1,0000
PD005	Pardo	13.379,10	53620000	Cândido Sales	Pardo	13.379,10	1,0000



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Anexo E
Ocorrência de Mortandade de Peixes – 1996 a 2003

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003**

**Relação das ocorrências de mortandades de peixes com suas prováveis causas,
nas bacias hidrográficas, entre 1996 e 2003.**

Bacia e Sub-bacia	Local	Município	Causa Provável
1996			
SF - Rio Paraopeba	Rib. Serra Azul	Juatuba	Indústria
JQ - Rio Araçuaí	Cór. Sto. Antônio	Leme do Prado	Esgotos
PB - Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	Agrotóxicos
PB - Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	Patos de Minas	Indústria
MU - Rio Mucuri	Rio Mucuri	Carlos Chagas	Indústria
PS - Rio Paraibuna	Rio Paraibuna	Juiz de Fora	Indústria + Esgotos
1997			
GD - Rio Grande	Represa Faz. Boa Vista	São Sebast. do Paraíso	Agrotóxicos
JQ - Rio Salinas	Rio Gravatá	Novo Cruzeiro	ETA-Copasa
GD - Rio Grande	Rep. Sítio Quatis	Monte Belo	Agrotóxicos
GD - Rio Verde	Represa	Campanha	Agrotóxicos
MU - Rio Mucuri	Rio Mucuri	Nanuque	Óleo -Mineração-Areia
SF - Rio das Velhas	Lagoa Central	Lagoa Santa	sem suspeita
PS - Rio Paraibuna	Rio Paraibuna	Rio Paraibuna	sem suspeita
DC - Rio Doce	Cór. do Onça	Governador Valadares	sem suspeita
SF - Rio das Velhas	Rio das Velhas	Várzea da Palma	Indústria + Esgotos
SF - Rio São Francisco	Lagoa Verde	Lagoa da Prata	Indústria + Esgotos
PB - Rio Paranaíba	Rio Santo Inácio	Coromandel	Indústria + Esgotos
GD - Rio das Mortes	Rio Pitangueiras	Minduri	Indústria
GD - Rio Verde	Rio Baependi	Caxambu	Indústria
DC - Rio Manhaçu	Rib. São Luiz	Manhuaçu	Indústria
PS - Rio Paraibuna	Rio Paraibuna	Juiz de Fora	Indústria
SF - Rio Borrachudo	Rio Borrachudo	Tiros	Indústria
SF - Rio São Francisco	Rib. Consciência	Três Marias	Indústria
SF - Rio das Velhas	Rib. do Onça	Belo Horizonte	Indústria + Esgotos
1998			
SF - Rio São Francisco	Rib. do Paraíso	Biquinha	Indústria
SF - Paraopeba	Rio Paraopeba	Florestal	sem suspeita
GD - Rio Grande	Rib. Maranhão	Lavras	Agrotóxicos
SF - Rio São Francisco	Rep.Três Marias	Três Marias	Cemig
SF - Rio das Velhas	Rib. do Onça	Belo Horizonte	Operação-Pampulha
GD - Rio Grande		Uberaba	Indústria
SF - Rio das Velhas	Lagoas Sumidouro e Sto. Antônio	Pedro Leopoldo	Indústria
GD - Rio Grande	Cór. Douradinho	Frutal	Agrotóxicos
GD - Rio Grande	Parque das Águas	Caxambu	Esgotos
SF - Rio das Velhas	Rio das Velhas	Inimutaba, Pres. Juscelino, Santo Hipólito, Corinto e Augusto de Lima	Indústria + Esgotos
MU - Rio Mucuri	Rios Alcobaça e Itanhém	Umburatiba	Indústria + Esgotos
SF - Rio das Velhas	Cond. Vale do Ouro	Ribeirão das Neves	Indústria
SF - Rio das Velhas	Lagoa da Pampulha	Belo Horizonte	Operação-Pampulha
GD - Rio Grande	Rio Baependi	Caxambu	Agrotóxicos
SF - Rio das Velhas	Rio das Velhas	Santa Luzia	Indústria

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003**

**Relação das ocorrências de mortandades de peixes com suas prováveis causas,
nas bacias hidrográficas, entre 1996 e 2003.**

Bacia e Sub-bacia	Local	Município	Causa Provável
1998			
SF - Rio das Velhas	Rio das Velhas	Inimutaba	Indústria + Esgotos
SF - Rio São Francisco	Cór. Pamplona	Vazante	Esgotos
SF - Rio Paraopeba	Rib. dos Macacos	Cachoeira da Prata	Indústria
DC - Rio São João	Rio São João	Barão de Cocais	Indústria
SF - Rio Pará	Rio Itapeçerica	Divinópolis	Indústria
SF - Rio Paraopeba	Rio Betim	Betim	Indústria
SF - Rio das Velhas	Rio das Velhas	Santana do Riacho	sem suspeita
PB - Rio Paranaíba	Rio Santo Inácio	Coromandel	Indústria + Esgotos
GD - Rio das Antas	Rio das Antas	Poços de Caldas	Indústria
GD - Rio Grande	Rib. Vargem grande	Brasópolis	Indústria
PS - Rio Pomba	Cór. Guarani	Guarani	Indústria + Esgotos
1999			
GD - Rio Grande	não relatado	Passos	Indústria
SF - Rio das Velhas	Lagoa - Sítio dos Raçans	Belo Horizonte	Agrotóxicos
DC - Rio Piracicaba	Rio Santa Bárbara	Barão de Cocais	Mineração
DC - Rio Doce	Rio Turvo Sujo	Viçosa	Indústria
GD - Rio Grande	Rib. das Antas	Poços de Caldas	Indústria
SF - Rio Verde Grande	Rib. do Ouro	Montes Claros	Pesca Predatória
GD - Rio Grande	Rio das Mortes	Barroso	Agrotóxicos(?)
SF - Rio das Velhas	Cór. das Lajes	Nova União	sem suspeita
SF - Rio das Velhas	não relatado	Curvelo	sem suspeita
SF - Rio das Velhas	Cór. Gerais	Santana do Pirapama	Agrotóxicos
SF - Rio das Velhas	Rib. Sabará	Sabará	Indústria
SF - Rio Paraopeba	Rib. Macacos	Cachoeira da Prata	Indústria
GD - Rio Grande	Rio das Mortes	Barroso	Esgotos (?)
DC - Rio Piracicaba	Lagoa Coqueirinho	Itabira	Indústria
SF - Rio Velhas	Rio das Velhas	Sto. Antônio das Roças	sem suspeita
PS - Rio Paraibuna	Usina de Marmelo	Juiz de Fora	Indústria + Esgotos
SF - Rio das Velhas	Rio das Velhas	Santa Luzia	sem suspeita
SF - Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	Betim e Florestal	Indústria
2000			
SF - Rio das Velhas	Rib. do Onça	Belo Horizonte	sem suspeita
SF - Rio das Velhas	Lagoa Praia Clube	Contagem	Agrotóxicos
SF - Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	Betim e Juatuba	Indústria
GD - Rio Grande	Rib. Ouro Fino	Ouro Fino	Indústria
MU - Rio Mucuri	Rio Todos os Santos	Teófilo Otoni	sem suspeita
SF - Rio Paraopeba	Lagoa de Ibirité	Ibirité	Indústria + Esgotos
SF - Rio das Velhas	Lagoa da Pampulha	Belo Horizonte	Indústria + Esgotos
SF - Rio Verde Grande	Rio Verde Grande	Juramento e M. Claros	Agrotóxicos
SF - Rio São Francisco	Rio Mangaí	Japonvar	Agrotóxicos
SF - Rio São Francisco	Rio Sucuriú	Brasília de Minas	Agrotóxicos
GD - Rio Carandaí	Rio Carandaí	Cor. Xavier Chaves	Indústria + Agrotóxicos
SF - Rio Paraopeba	Rib. Serra Azul	Juatuba	sem suspeita
DC - Rio Doce	Rio São João	Santa Bárbara	sem suspeita
GD - Rio das Mortes	Rio das Mortes	Barbacena e Barroso	Indústria + Agrotóxicos
SF - Rio das Velhas	Lagoa do Guiscem	Sete Lagoas	Indústria
SF - Rio Paraopeba	Rib. dos Macacos	Cachoeira da Prata	Indústria

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003**

**Relação das ocorrências de mortandades de peixes com suas prováveis causas,
nas bacias hidrográficas, entre 1996 e 2003.**

Bacia e Sub-bacia	Local	Município	Causa Provável
2000			
GD - Rio Pardo	Rib. do Onça	Guaranésia	Indústria
PS - Rio Paraíba do Sul	Rio Fubá	Miraí	Indústria
PS - Rio Paraíba do Sul	Rib. Meia Pataca	Cataguases	sem suspeita
SF - Rio das Velhas	Rib. da Mata	Matozinhos e Capim Branco	Indústria
SF - Rio Pará	Rio São João	Conceição do Pará	Indústria
DC - Rio Doce	Rio Matipó	Raul Soares	Agrotóxicos
GD - Rio Pirapitinga	Lagoa das Trutas	Andradas	Agrotóxicos
SF - Rio Paraopeba	Rio Paraopeba	Juatuba	Esgotos
SF - Rio das Velhas	Lagoa do Guiscem	Sete Lagoas	Indústria
2001			
PS - Rio Paraibuna	Rio Paraibuna	Juiz de Fora	Esgotos
PS - Rio Paraíba do Sul	Rio Preto	Rio Preto	Agrotóxicos
SF - Rio Paraopeba	Rib. dos Macacos	Cachoeira da Prata	Indústria
DC - Rio Doce	Lagoa Coqueirinho	Itabira	Mineração
DC - Rio Doce	Cór. Figueirinha	Governador Valadares	ETA-SAAE
SF - Rio Uruçuaia	Rib. Conceição	São Romão	Agrotóxicos
DC - Rio Doce	Cachoeira Escura	Belo Oriente	Indústria
PS - Rio Paraíba do Sul	Cór. da Cachoeira	Guidoval	Indústria
2002			
PS - Rio Paraibuna	Rio Paraíba do Sul	Juiz de Fora	sem suspeita
GD - UHE Porto Colômbia	Rio Grande	Planura	sem suspeita
SF - Rio do Peixe	Rio São Francisco	São Roque de Minas	Agrotóxicos
SF - Córrego do Açude	Rio Paraopeba	Felixlândia	Acidente rodoviário
PS - Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba do Sul	Ubá	Indústria
PD - Represa Córrego Covão	Rio Pardo	Taiobeiras	Agrotóxicos
GD - Rio das Mortes	Rio Grande	Barbacena e Barroso	Indústria/Esgotos
SF - Rio São Pedro	Rio Paracatu	Paracatu	Agrotóxicos
SF- Rios Ventura Luiz e Bananeira	Rio Paraopeba	Conselheiro Lafaiete	sem suspeita
SF - Rio Maranhão	Rio Paraopeba	Congonhas	Indústria
SF - Rio São João	Rio Pará	Itaúna	sem suspeita
DC - Rio Piracicaba	Rio Doce	Fonseca	sem suspeita
SF - Ribeirão dos Macacos	Rio Paraopeba	Cachoeira da Prata	Indústria
GD - Ribeirão São Marcos	Rio Grande	Itaú de Minas	Acidente rodoviário
PS - Rio Pirapetinga	Rio Paraíba do Sul	Pirapetinga	sem suspeita
PS - Ribeirão Meia Pataca	Rio Paraíba do Sul	Cataguases	Indústria
PS - Córrego do Pião	Rio Paraíba do Sul	Juiz de Fora	sem suspeita
SF - Rio Santa Catarina	Rio Paraopeba	Vazante	sem suspeita
SF - Rio Itapeçerica	Rio Pará	Divinópolis	Acidente rodoviário
JQ - Ribeirão Candeia	Rio Araçuaí	Setubinha	Agrotóxicos
PN - Lagoa Grande	Rio Paranaíba	Patos de Minas	Rejeitos ETA/COPASA
2003			
SF - Ribeirão do Onça	Rio das Velhas	Belo Horizonte	Esgotos/Indústria
GD - Ribeirão dos Ouros	Rio Grande	Conceição dos Ouros	Indústria
PS - Córrego Cágado	Rio Paraíba do Sul	Cataguases	Acidente rejeito industrial
PS - Rio Pomba	Rio Paraíba do Sul	Cataguases	Acidente rejeito industrial
PS - Rio Paraíba do Sul	Rio Paraíba do Sul	Cataguases	Acidente rejeito industrial
SF - Rio Bambuí	Rio São Francisco	Bambuí	Agrotóxicos
GD - Rio Grande	Rio Grande	Lavras e Perdões	Usina Hidrelétrica

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003**

**Relação das ocorrências de mortandades de peixes com suas prováveis causas,
nas bacias hidrográficas, entre 1996 e 2003.**

Bacia e Sub-bacia	Local	Município	Causa Provável
2003			
PS - Rio Paraíbuna	Rio Paraíba do Sul	Juiz de Fora	Indústria(?)
SF - Rio das Velhas	Rio São Francisco	Presidente Juscelino	Esgotos
SF - Ribeirão das Tabocas	Rio Paraopeba	Pequi	Poluição orgânica
SF - Rio Picão	Rio Pará	Bom Despacho	sem suspeita
DC - Córrego São Miguel	Rio Doce	Barão de Cocais	Poluição química
PS - Rio Glória	Rio Paraíba do Sul	Miradouro	Indústria
DC - Rio Piracicaba	Rio Doce	Antônio Dias	Esgotos
JQ - Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	Itinga a Almenara	Mineração (?)
PD - Rio Pardo	Rio Pardo	Berizal	Agrotóxicos(?)
GD - Rio Verde	Rio Verde	Itanhandu	sem suspeita
SF - Represa dos Britos	Rio Pará	Igaratinga	Indústria
GD - Ribeirão Várzea de Caldas	Rio Grande	Poços de Caldas	Indústria/Esgotos



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2003

Anexo F
Resultados dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade
das Águas em 2003



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP026	BP026	BP026	BP026
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data					3/2/2003	12/5/2003	4/8/2003	3/11/2003
Hora					15:10	11:55	12:05	11:45
Tempo					Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29,0	19,0	22,0	21,0
Temperatura da Água				° C	24,0	20,2	18,7	22,4
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,70	6,80	6,90	6,30
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,70	7,50	6,80
Condutividade Elétrica				µmho/cm	34,10	31,80	39,50	44,50
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	225,00	13,60	12,40	59,40
Cor	30	75	75	UPt	80,00	20,00	24,00	15,00
Sólidos Totais				mg / L	223,00	48,00	48,00	106,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	51,00	36,00	32,00	47,00
Sólidos Suspensão				mg / L	172,00	12,00	16,00	59,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	15,10		18,20	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	12,20		13,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	8,40		7,90	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	3,80		5,80	
Cloreto	250	250	250	mg / L Cl	0,51	0,65	0,80	1,14
Potássio				mg / L K	0,93		0,98	
Sódio				mg / L Na	2,18		3,24	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	< 1,00		1,20	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,08	0,04	0,03	0,09
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,10		0,60	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,20	< 0,10	0,30	0,20
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,11	0,31	0,07	0,18
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002		0,005	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	6,23E-04	2,99E-04	1,01E-03	2,22E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,2	7,2	7,4	6,3
% OD Saturação				%	93,0	85,8	85,5	78,7
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	15		8	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	5.000	17.000	70	28.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	2.200	13.000	70	14.000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	2.200		40	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,080		0,030	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,009	< 0,004	< 0,004	0,008
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,23	0,16	0,25	0,35
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,245	0,094	0,122	0,318
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					51,3	59,2	78,1	52,5
IT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	36,23	11,43	6,33	13,75



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP027	BP027	BP027	BP027
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					3/2/2003	12/5/2003	4/8/2003	3/11/2003
Hora					15:40	13:00	13:05	12:45
Tempo					Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29,0	20,0	24,0	22,0
Temperatura da Água				° C	24,7	19,1	18,8	22,4
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,90	7,00	6,70	6,60
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,70	6,40	6,50
Condutividade Elétrica				µmho/cm	53,40	66,10	85,30	86,30
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	195,00	8,18	19,20	109,00
Cor	30	75	75	UPt	70,00		28,00	
Sólidos Totais				mg / L	212,00	61,00	77,00	187,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	54,00	53,00	60,00	69,00
Sólidos Suspensão				mg / L	158,00	8,00	17,00	118,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	20,60		23,80	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	19,00		24,30	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	11,40		17,90	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	7,60		6,40	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,40	2,52	5,03	3,00
Potássio				mg / L K	1,19		2,03	
Sódio				mg / L Na	2,95		6,82	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,70		4,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,23	0,05	0,08	0,20
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,70	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,60	< 0,10	0,60	0,40
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,27	0,12	0,23	0,49
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,009		0,113	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	3,11E-03	4,36E-04	1,29E-03	8,84E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,8	6,9	6,4	5,3
% OD Saturação				%	89,2	80,4	74,1	66,2
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	4
DQO				mg / L	19		6	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,07	0,10	0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	50.000	11.000	13.000	50.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	13.000	11.000	13.000	11.000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	5.000		1.300	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0006		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,075	0,021	0,036	0,067
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,006	< 0,005	< 0,005	0,010
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,009	0,004	< 0,004	0,036
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,22	0,14	0,15	0,19
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,452	0,250	0,338	1,040
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02	< 0,02	0,02	0,16
Toxicidade crônica								
IQA					44,7	60,3	56,5	41,7
IT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA
Vazão				m ³ /s	65,28	22,26	14,29	27,55



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP029	BP029	BP029	BP029
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					4/2/2003	13/5/2003	5/8/2003	4/11/2003
Hora					10:50	12:50	11:55	11:50
Tempo					Bom	Nublado	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	27,0	23,0	25,0	24,0
Temperatura da Água				° C	23,5	19,6	19,4	21,6
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	7,10	6,70	6,50
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,60	7,70	6,70
Condutividade Elétrica				µmho/cm	52,30	60,30	77,20	63,30
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	171,00	13,90	10,00	151,00
Cor	30	75	75	UPt	80,00		26,00	
Sólidos Totais				mg / L	159,00	66,00	72,00	172,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	53,00	46,00	51,00	74,00
Sólidos Suspensão				mg / L	106,00	20,00	21,00	98,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	19,80		21,70	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	18,90		24,00	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	12,10		15,60	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	6,80		8,40	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,39	2,18	5,00	2,90
Potássio				mg / L K	1,26		1,93	
Sódio				mg / L Na	2,98		6,31	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,30		4,00	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,10	0,06	0,06	0,13
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		0,70	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,80	< 0,10	0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,35	0,52	0,70	0,37
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,008		0,052	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	4,79E-03	5,69E-04	2,24E-04	1,66E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,5	6,5	6,9	6,6
% OD Saturação				%	95,5	76,2	80,5	80,7
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	14		22	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	50.000	2.200	8.000	5.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	11.000	1.700	2.300	1.700
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	5.000		50	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,062		0,032	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,008	< 0,004	< 0,004	0,008
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,27	0,13	0,17	0,28
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,498	0,174	0,172	0,569
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,006		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,03		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					47,3	64,3	63,1	49,8
IT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	64,38	25,61	15,59	28,85



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP036	BP036	BP036	BP036
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					4/2/2003	13/5/2003	5/8/2003	4/11/2003
Hora					12:25	14:40	13:45	14:05
Tempo					Bom	Nublado	Nublado	Bom
Temperatura do Ar				° C	29,0	24,0	25,0	26,0
Temperatura da Água				° C	25,7	21,3	20,6	23,9
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,10	7,00	7,00	6,70
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,70	6,70	6,80	6,90
Condutividade Elétrica				µmho/cm	47,50	51,40	63,90	70,80
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	197,00	19,30	15,10	118,00
Cor	30	75	75	UPt	80,00		27,00	
Sólidos Totais				mg / L	191,00	69,00	61,00	167,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	52,00	46,00	53,00	76,00
Sólidos Suspensão				mg / L	139,00	23,00	8,00	91,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	18,50		17,90	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	16,90		18,10	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	9,60		10,70	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	7,30		7,40	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,05	1,94	2,96	3,90
Potássio				mg / L K	1,28		2,00	
Sódio				mg / L Na	2,85		5,63	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,00		5,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,10	0,05	0,03	0,14
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,20	< 0,10	< 0,10	0,20
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,30	0,42	0,38	0,58
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004		0,004	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,76E-03	5,12E-04	4,86E-04	6,19E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,4	7,6	7,8	6,8
% OD Saturação				%	98,2	91,9	92,9	86,9
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	9		6	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	30.000	5.000	800	5.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	2.200	1.700	300	3.000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	3.000		170	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,056		0,024	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,005		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,27	0,22	0,17	0,27
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,424	0,178	0,127	0,545
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					51,7	65,7	73,1	48,8
IT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	95,73	37,16	22,69	37,94



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPRHs SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP068	BP068	BP068	BP068
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					4/2/2003	13/5/2003	5/8/2003	4/11/2003
Hora					14:05	15:40	14:45	15:05
Tempo					Nublado	Nublado	Nublado	Bom
Temperatura do Ar				° C	27,0	24,0	25,0	27,0
Temperatura da Água				° C	25,7	21,2	20,9	24,1
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,80	6,90	6,80
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,80	6,80	6,90	6,90
Condutividade Elétrica				µmho/cm	46,30	51,70	62,30	68,80
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	168,00	18,80	6,51	91,00
Cor	30	75	75	UPt	70,00		26,00	
Sólidos Totais				mg / L	171,00	63,00	75,00	152,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	56,00	48,00	55,00	72,00
Sólidos Suspensão				mg / L	115,00	15,00	20,00	80,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	18,20		17,10	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	15,60		18,30	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	9,80		12,20	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	5,80		6,10	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,07	1,86	3,01	4,17
Potássio				mg / L K	1,41		2,13	
Sódio				mg / L Na	2,92		5,45	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	1,90		4,80	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,12	0,05	0,03	0,12
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,60	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,80	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,31	0,43	0,38	0,63
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005		0,004	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	5,59E-03	3,21E-04	3,95E-04	3,95E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,2	7,3	7,7	6,2
% OD Saturação				%	95,1	87,7	91,9	79,2
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	< 2	2
DQO				mg / L	8		5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	< 0,001	0,003
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	24.000	11.000	17.000	11.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	8.000	11.000	2.200	1.300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	8.000		2.300	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0063	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,065		0,025	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,006		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,28	0,21	0,17	0,30
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,534	0,189	0,146	0,555
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02		< 0,02	
Toxicidade crônica					Não Apresentou Toxicidade Crônica	Não Apresentou Toxicidade Crônica		
IQA					47,8	58,9	66,7	56,9
IT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	ALTA
Vazão				m ³ /s	123,03	42,33	25,31	37,00



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP070	BP070	BP070	BP070
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					5/2/2003	14/5/2003	6/8/2003	5/11/2003
Hora					12:55	10:50	13:00	13:00
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29,0	23,0	29,0	28,0
Temperatura da Água				° C	25,2	19,9	22,0	24,9
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,70	7,10	6,80
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,70	6,70	6,60
Condutividade Elétrica				µmho/cm	53,90	56,80	75,70	94,70
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	150,00	16,10	19,70	75,50
Cor	30	75	75	UPt	70,00		26,00	
Sólidos Totais				mg / L	151,00	65,00	93,00	150,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	56,00	49,00	61,00	78,00
Sólidos Suspensão				mg / L	95,00	16,00	32,00	72,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	20,30		18,90	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	19,00		21,30	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	12,60		12,60	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	6,40		8,70	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,68	2,46	4,39	7,57
Potássio				mg / L K	1,42		2,06	
Sódio				mg / L Na	3,35		6,29	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,50		4,90	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,15	0,05	0,04	0,07
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	< 0,10	< 0,10	0,30
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,30	0,83	0,51	0,74
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,007		0,007	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	6,74E-04	2,32E-04	6,76E-04	1,25E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,0	7,4	7,6	6,2
% OD Saturação				%	91,5	86,5	92,9	80,6
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	11		9	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	2		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	13.000	1.700	5.000	350
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	5.000	1.100	5.000	170
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	1.300		90	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,073		0,030	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,008		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,40	0,17	0,18	0,26
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,434	0,168	0,135	0,329
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,011		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,03		0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					48,6	65,6	62,2	65,2
IT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	113,64	43,38	25,78	42,86



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP071	BP071	BP071	BP071
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3
Classe					Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3
Data					5/2/2003	14/5/2003	6/8/2003	5/11/2003
Hora					12:00	12:50	11:20	11:30
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,0	26,0	28,0	27,0
Temperatura da Água				° C	24,8	21,6	22,1	22,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	7,10	7,10	7,00
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,40	7,00	7,30	7,40
Condutividade Elétrica				µmho/cm	232,00	364,00	459,00	468,00
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	66,00	12,70	7,44	34,20
Cor	30	75	75	UPt	50,00		47,00	
Sólidos Totais				mg / L	193,00	236,00	297,00	266,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	137,00	230,00	281,00	238,00
Sólidos Suspensão				mg / L	56,00	6,00	16,00	28,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	79,60		126,40	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	60,20		61,80	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	50,20		50,00	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	10,00		11,80	
Cloreto	250	250	250	mg / L Cl	13,88	48,32	49,10	48,67
Potássio				mg / L K	4,66		9,48	
Sódio				mg / L Na	17,14		42,40	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	5,70		15,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,20	1,29	1,91	1,63
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		1,00	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	3,00	10,20	15,90	20,80
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,27	0,09	0,10	0,15
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,173		0,005	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,97E-02	6,70E-02	1,08E-01	1,18E-01
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	4,1	2,2	< 0,5	0,9
% OD Saturação				%	53,2	26,7	6,1	11,2
DBO	3	5	10	mg / L	12	14	40	9
DQO				mg / L	28		83	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	< 0,001	0,002	0,004	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,18	1,91	3,88	2,86
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	35.000	> 160.000	24.000	350
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	3.500	160.000	3.500	90
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	5.000		> 160.000	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,141		0,131	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005		< 0,0005	
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,12	0,12	0,31	0,14
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,293	0,318	0,225	0,202
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,05	0,21	0,02	0,05
Toxicidade crônica								
IQA					45,0	27,5	21,5	34,8
IT					ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
Vazão				m ³ /s	4,81	2,01	1,22	0,88



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPRHs SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP072	BP072	BP072	BP072
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					5/2/2003	14/5/2003	6/8/2003	5/11/2003
Hora					11:10	13:40	10:40	10:40
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	26,0	25,0	27,0	24,0
Temperatura da Água				° C	24,9	22,2	21,2	23,3
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	7,10	6,90	6,60
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	7,20	6,90	7,50
Condutividade Elétrica				µmho/cm	58,80	62,90	90,80	84,60
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	145,00	17,30	10,70	58,30
Cor	30	75	75	UPt	80,00		23,00	
Sólidos Totais				mg / L	151,00	79,00	79,00	121,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	52,00	61,00	64,00	84,00
Sólidos Suspensão				mg / L	99,00	18,00	15,00	37,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	22,10		23,40	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	19,30		24,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	12,40		14,40	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	6,90		9,80	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,17	4,32	6,27	8,40
Potássio				mg / L K	1,51		2,14	
Sódio				mg / L Na	3,94		7,92	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,50		4,80	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,09	0,09	0,10	0,12
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		0,50	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,40	0,10	0,30	0,60
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,30	0,25	0,49	0,50
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,014		0,026	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,64E-03	6,86E-04	1,21E-03	1,41E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,3	6,9	7,6	7,0
% OD Saturação				%	94,8	84,7	91,3	87,9
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	2	2
DQO				mg / L	12		10	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,002	0,003
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	1		1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,05	0,06	0,06	0,06
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	24.000	3.000	5.000	5.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	13.000	3.000	3.000	2.300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	3.000		90	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0005		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,067		0,029	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,006	0,006	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,014		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,19	0,16	0,14	0,31
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,481	0,169	0,086	0,239
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,018	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02	0,03	0,02	0,02
Toxicidade crônica					Não Apresentou Toxicidade Crônica	Não Apresentou Toxicidade Crônica		
IQA					47,2	63,0	63,2	58,4
IT					MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	ALTA
Vazão				m ³ /s	120,42	44,88	26,53	44,88



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP076	BP076	BP076	BP076
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2003	16/5/2003	8/8/2003	7/11/2003
Hora					10:45	10:00	10:25	10:10
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29,0	24,0	26,0	22,0
Temperatura da Água				° C	25,2	20,3	22,0	22,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	7,10	6,80	6,90
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,70	7,10	7,40	7,60
Condutividade Elétrica				µmho/cm	108,00	108,00	114,00	191,00
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	94,60	37,60	17,90	41,00
Cor	30	75	75	UPt	80,00		25,00	
Sólidos Totais				mg / L	174,00	125,00	115,00	188,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	116,00	92,00	83,00	155,00
Sólidos Suspensão				mg / L	58,00	33,00	32,00	33,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	43,30		50,30	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	38,80		39,90	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	29,30		30,80	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	9,50		9,10	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,75	2,33	2,59	11,82
Potássio				mg / L K	2,15		1,97	
Sódio				mg / L Na	7,32		9,45	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,90		2,10	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,06	0,10	0,05	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,20	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,20	0,10	< 0,10	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,22	0,71	0,20	0,15
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,017		0,009	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,35E-03	5,99E-04	3,40E-04	4,50E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,1	5,7	6,9	6,5
% OD Saturação				%	79,6	67,0	84,1	80,4
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	2	< 2
DQO				mg / L	12		10	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	3.000	1.100	1.100	1.100
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	1.300	700	130	50
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	500		50	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,098		0,065	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,27	0,12	0,28	0,35
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,105	0,091	0,085	0,109
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02	0,03	< 0,02	0,02
Toxicidade crônica					Não Apresentou Toxicidade Crônica	Não Apresentou Toxicidade Crônica		
IQA					58,8	62,0	74,0	73,3
IT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	44,81	7,36	5,08	1,61



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP078	BP078	BP078	BP078
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2003	16/5/2003	8/8/2003	7/11/2003
Hora					13:00	12:00	12:15	12:00
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29,0	26,0	29,0	24,0
Temperatura da Água				° C	27,1	23,2	23,6	25,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,90	8,30	6,70
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,40	7,20	8,00	7,00
Condutividade Elétrica				µmho/cm	64,60	70,80	86,50	94,80
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	216,00	15,80	15,80	42,30
Cor	30	75	75	UPt	70,00		21,00	
Sólidos Totais				mg / L	230,00	77,00	88,00	123,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	71,00	68,00	63,00	79,00
Sólidos Suspensão				mg / L	159,00	9,00	25,00	44,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	21,40		25,80	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	23,20		28,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	14,90		19,10	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	8,30		9,10	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,86	2,65	4,84	6,97
Potássio				mg / L K	1,72		2,00	
Sódio				mg / L Na	4,21		7,23	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,60		3,90	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,13	0,06	0,05	0,08
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,50	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,37	0,99	0,67	1,23
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005		0,004	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	7,69E-04	4,66E-04	1,10E-02	3,51E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,9	7,1	8,1	6,4
% OD Saturação				%	93,2	88,3	101,6	83,9
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	2	3
DQO				mg / L	17		10	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	0,002	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	2.200	1.300	1.100	140
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	500	800	30	140
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	300		13	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0006		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,097		0,031	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,008	0,005	< 0,004	< 0,004
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,26	0,15	0,08	0,06
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,566	0,128	0,061	0,199
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,008		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,03		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					54,5	66,7	77,5	66,7
IT					BAIXA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	278,06	81,71	50,41	42,87



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP079	BP079	BP079	BP079
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data					3/2/2003	12/5/2003	4/8/2003	3/11/2003
Hora					14:25	11:15	11:25	10:55
Tempo					Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29,0	19,0	22,0	19,0
Temperatura da Água				° C	24,1	18,7	19,0	20,9
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,70	7,00	6,80	6,30
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,80	6,90	6,50	7,10
Condutividade Elétrica				µmho/cm	41,90	39,10	45,70	49,50
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	135,00	4,56	7,49	131,00
Cor	30	75	75	UPt	80,00		39,00	
Sólidos Totais				mg / L	174,00	42,00	43,00	171,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	53,00	39,00	38,00	58,00
Sólidos Suspensão				mg / L	121,00	3,00	5,00	113,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	18,20		20,90	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	14,40		19,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	8,90		12,40	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	5,50		7,30	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	0,67	0,43	0,84	2,58
Potássio				mg / L K	0,97		0,97	
Sódio				mg / L Na	2,18		3,24	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	< 1,00		1,40	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,06	0,03	0,02	0,14
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		0,90	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	1,20	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,12	0,51	0,06	0,21
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002		0,003	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	3,76E-03	4,24E-04	2,74E-04	9,95E-05
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,0	7,1	8,0	6,6
% OD Saturação				%	91,0	82,3	93,3	80,1
DBO	3	5	10	mg / L	4	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	11		8	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	0,003	0,003
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	11.000	1.300	3.000	3.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	3.000	1.300	280	2.300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	1.300		50	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,059		0,026	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,011		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,28	0,17	0,33	0,51
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,291	0,110	0,120	0,777
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,006		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,04		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					49,8	67,8	75,1	48,6
IT					BAIXA	BAIXA	ALTA	ALTA
Vazão				m ³ /s	11,28	4,41	2,55	5,71



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP080	BP080	BP080	BP080
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					3/2/2003	12/5/2003	4/8/2003	3/11/2003
Hora					17:05	13:50	14:00	13:35
Tempo					Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temperatura do Ar				° C	27,0	20,0	24,0	21,0
Temperatura da Água				° C	25,4	19,6	20,1	22,0
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,10	6,80	6,80	6,80
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,20	6,90	7,20	7,30
Condutividade Elétrica				µmho/cm	106,00	134,00	182,00	126,00
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	44,50	5,32	12,60	125,00
Cor	30	75	75	UPt	35,00		38,00	
Sólidos Totais				mg / L	112,00	101,00	125,00	208,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	68,00	86,00	108,00	97,00
Sólidos Suspensão				mg / L	44,00	15,00	17,00	111,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	33,20		39,50	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	39,00		52,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	23,80		37,80	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	15,20		14,40	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	3,15	11,09	13,84	4,98
Potássio				mg / L K	1,88		4,71	
Sódio				mg / L Na	4,83		13,50	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	9,70		16,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,12	0,14	0,16	0,23
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		1,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,30	0,70	1,00	1,00
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,66	0,29	0,74	0,62
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,044		0,317	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,58E-03	2,00E-03	2,96E-03	3,40E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,1	5,5	5,5	5,0
% OD Saturação				%	81,3	64,8	65,5	62,0
DBO	3	5	10	mg / L	2	< 2	3	7
DQO				mg / L	21		13	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,05	0,10	0,16	0,10
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	160.000	160.000	90.000	4
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	50.000	160.000	24.000	2
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	11.000		400	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,059	0,031	0,077	0,091
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,013
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,003	< 0,004	< 0,004	0,040
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,17	0,11	0,13	0,11
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,118	1,090	1,529	1,400
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02	0,02	0,02	0,12
Toxicidade crônica								
IQA					49,9	47,0	51,1	56,4
IT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA
Vazão				m ³ /s	13,61	2,76	1,97	4,80



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP082	BP082	BP082	BP082
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					6/2/2003	15/5/2003	7/8/2003	6/11/2003
Hora					12:10	10:20	10:35	10:40
Tempo					Bom	Nublado	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	28,0	25,0	29,0	18,0
Temperatura da Água				° C	26,6	21,6	21,5	23,0
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,90	6,90	6,40	6,40
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,80	7,30	7,30
Condutividade Elétrica				µmho/cm	59,70	66,10	82,20	102,00
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	156,00	20,00	12,10	46,70
Cor	30	75	75	UPt	70,00		16,00	
Sólidos Totais				mg / L	209,00	77,00	79,00	148,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	55,00	61,00	60,00	87,00
Sólidos Suspensão				mg / L	154,00	16,00	19,00	61,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	17,10		21,70	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	20,10		24,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	14,30		14,40	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	5,80		10,30	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,15	3,02	5,38	8,73
Potássio				mg / L K	1,63		2,22	
Sódio				mg / L Na	4,19		8,00	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	3,30		3,80	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,10	0,10	0,08	0,13
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,20	< 0,10	0,10	0,30
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,50	0,64	1,10	1,06
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,010		0,029	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,18E-03	4,16E-04	1,31E-04	4,37E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,1	6,8	7,2	5,9
% OD Saturação				%	82,0	82,2	86,8	73,5
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	3
DQO				mg / L	10		7	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001		0,002	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	2		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	8.000	1.700	17.000	3.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	5.000	500	1.300	1.300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	700		50	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0016		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,078		0,032	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,005		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,34	0,18	0,15	0,20
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,453	0,169	0,066	0,244
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,006		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02		< 0,02	
Toxicidade crônica					Não Apresentou Toxicidade Crônica	Letalidade após 96 horas		
IQA					47,8	67,1	63,4	56,8
IT					BAIXA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	197,51	59,11	36,36	31,50



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP083	BP083	BP083	BP083
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2003	16/5/2003	8/8/2003	7/11/2003
Hora					11:15	10:35	10:50	10:30
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29,0	24,0	27,0	22,0
Temperatura da Água				° C	25,3	20,9	22,8	23,3
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	7,10	7,10	6,80
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,70	7,30	7,20	7,40
Condutividade Elétrica				µmho/cm	59,30	64,90	81,10	91,80
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	178,00	22,80	17,10	60,10
Cor	30	75	75	UPt	70,00		19,00	
Sólidos Totais				mg / L	209,00	83,00	90,00	168,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	64,00	60,00	63,00	81,00
Sólidos Suspensão				mg / L	145,00	23,00	27,00	87,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	26,60		23,10	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	20,90		24,90	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	12,40		15,70	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	8,50		9,20	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,03	2,89	4,97	10,37
Potássio				mg / L K	1,71		2,17	
Sódio				mg / L Na	4,26		7,61	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,10		3,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,09	0,09	0,06	0,12
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,60	< 0,10	< 0,10	0,50
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,39	0,15	0,91	0,91
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006		0,007	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	4,07E-03	6,25E-04	7,16E-04	1,86E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,7	7,0	7,3	6,7
% OD Saturação				%	87,6	83,4	90,5	84,0
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	15		10	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	1.700	5.000	2.300	900
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	700	1.100	50	900
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	1.300		1.100	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0015		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,093		0,037	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,006	0,009	< 0,004	0,004
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,33	0,17	0,14	0,22
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,576	0,157	0,085	0,270
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,006		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02	0,05	< 0,02	0,03
Toxicidade crônica					Não Apresentou Toxicidade Crônica	Letalidade após 96 horas		
IQA					54,1	66,0	76,2	60,2
IT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	237,71	69,85	43,09	36,65



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPRHs SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP084	BP084	BP084	BP084
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					3/2/2003	12/5/2003	4/8/2003	3/11/2003
Hora					13:40	10:20	10:35	10:10
Tempo					Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29,0	21,0	24,0	20,0
Temperatura da Água				° C	24,3	19,1	19,2	21,3
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,70	6,60	6,40	6,50
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,30	6,90	6,80	7,30
Condutividade Elétrica				µmho/cm	104,00	128,00	156,00	138,00
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	41,90	6,32	7,36	67,90
Cor	30	75	75	UPt	50,00		29,00	
Sólidos Totais				mg / L	97,00	104,00	100,00	136,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	70,00	84,00	85,00	96,00
Sólidos Suspensão				mg / L	27,00	20,00	15,00	40,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	31,60		53,40	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	34,70		36,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	19,00		19,40	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	15,70		17,30	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,49	6,11	11,01	5,92
Potássio				mg / L K	1,69		3,11	
Sódio				mg / L Na	4,39		10,70	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	16,20		6,20	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,17	0,21	0,54	0,17
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,80	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	2,40	7,90	2,40
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,32	0,19	0,05	0,24
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,052		0,006	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	3,18E-04	4,18E-03	8,75E-03	3,89E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	4,6	3,1	1,9	2,8
% OD Saturação				%	60,2	36,4	22,3	34,4
DBO	3	5	10	mg / L	4	3	5	8
DQO				mg / L	20		23	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,003	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,17	0,69	0,19
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	50.000	8.000	30.000	< 2
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	50.000	3.000	17.000	< 2
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	17.000		5.000	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,073	0,053	0,130	0,112
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	0,008	< 0,004	0,010
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,24	0,22	0,86	0,24
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	2,940	3,976	2,092	2,330
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005	0,005	< 0,004	0,010
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,09
Toxicidade crônica								
IQA					45,5	49,2	36,6	56,1
IT					MÉDIA	BAIXA	ALTA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	4,97	1,01	0,72	1,75



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP086	BP086	BP086	BP086
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					4/2/2003	14/5/2003	6/8/2003	5/11/2003
Hora					14:55	11:30	13:35	13:35
Tempo					Nublado	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	27,0	25,0	29,0	32,0
Temperatura da Água				° C	24,9	21,2	21,4	25,2
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,20	7,00	7,10	7,61
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,30	7,20	7,00	7,68
Condutividade Elétrica				µmho/cm	142,00	176,00	232,00	225,00
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	69,40	2,91	11,10	35,10
Cor	30	75	75	UPt	50,00		21,00	
Sólidos Totais				mg / L	135,00	119,00	163,00	175,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	93,00	119,00	149,00	151,00
Sólidos Suspensão				mg / L	42,00	< 1,00	14,00	24,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	39,70		43,40	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	38,60		51,10	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	29,20		40,30	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	9,40		10,80	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	8,80	21,53	30,84	28,65
Potássio				mg / L K	2,21		3,49	
Sódio				mg / L Na	11,68		29,76	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	12,10		18,50	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,09	0,06	0,14	0,12
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,50	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	0,50	0,20
Nitrato	10	10	10	mg / L N	1,19	0,76	1,37	0,99
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,025		0,005	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,04E-03	5,08E-04	3,24E-03	5,40E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,6	7,1	7,0	8,1
% OD Saturação				%	85,8	85,3	84,5	105,9
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	3	7	5
DQO				mg / L	7		18	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,003	< 0,001	0,003	0,007
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,27	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	50.000	24.000	24.000	30.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	7.000	24.000	24.000	8.000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	2.300		13.000	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,085		0,063	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,16	0,15	0,27	0,20
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,379	0,178	0,134	0,194
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02		0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					54,2	56,5	50,5	54,5
IT					ALTA	BAIXA	ALTA	ALTA
Vazão				m ³ /s	5,49	1,76	0,99	0,77



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPRHs SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP088	BP088	BP088	BP088
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data					5/2/2003	14/5/2003	6/8/2003	5/11/2003
Hora					9:45	9:45	9:45	9:40
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	25,0	21,0	21,0	21,0
Temperatura da Água				° C	25,7	21,2	20,3	22,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,40	6,50	6,30	6,40
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,40	7,20	6,40	7,50
Condutividade Elétrica				µmho/cm	118,00	111,00	120,00	130,00
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	12,80	3,43	24,60	4,28
Cor	30	75	75	UPt	20,00		16,00	
Sólidos Totais				mg / L	87,00	82,00	73,00	85,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	67,00	73,00	65,00	83,00
Sólidos Suspensão				mg / L	20,00	9,00	8,00	2,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	46,10		45,00	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	40,90		41,90	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	32,50		31,20	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	8,40		10,70	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	5,67	11,00	6,28	10,14
Potássio				mg / L K	3,43		2,72	
Sódio				mg / L Na	6,89		6,80	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	5,80		2,70	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	0,04	0,02	0,03
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	0,40	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,24	0,14	0,22	0,30
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,013		0,008	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,74E-03	1,61E-04	3,81E-04	1,43E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,9	6,2	5,6	6,6
% OD Saturação				%	92,4	75,5	66,9	83,0
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	13		15	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,004	< 0,001	< 0,001	0,003
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	3		1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	13	< 2	1.700	< 2
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	< 2	< 2	800	< 2
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	< 2		130	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,066		0,132	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005		< 0,0005	
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,054		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,12	0,11	2,93	0,05
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,080	0,314	0,879	0,187
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02	0,02	< 0,02	< 0,02
Toxicidade crônica								
IQA					88,1	85,2	64,0	85,7
IT					ALTA	BAIXA	BAIXA	ALTA
Vazão				m ³ /s	2,44	1,02	0,62	0,45



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP090	BP090	BP090	BP090
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					6/2/2003	15/5/2003	7/8/2003	6/11/2003
Hora					10:20	11:40	11:45	11:55
Tempo					Bom	Nublado	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	26,0	24,0	28,0	19,0
Temperatura da Água				° C	24,6	22,6	22,2	22,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	7,00	6,70	6,60
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,90	7,10	7,20	7,30
Condutividade Elétrica				µmho/cm	81,00	66,80	78,10	88,90
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	81,60	14,70	21,80	22,10
Cor	30	75	75	UPt	100,00		35,00	
Sólidos Totais				mg / L	138,00	83,00	96,00	108,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	85,00	73,00	73,00	91,00
Sólidos Suspensão				mg / L	53,00	10,00	23,00	17,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	31,40		33,50	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	25,20		23,50	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	16,00		15,50	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	9,20		8,00	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,36	1,70	1,81	3,65
Potássio				mg / L K	2,25		1,97	
Sódio				mg / L Na	6,46		8,36	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,80		2,00	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,07	0,05	0,06	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,50		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,20	< 0,10	0,30	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,32	0,46	0,32	0,26
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,010		0,008	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,29E-03	5,61E-04	8,22E-04	2,26E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,8	7,4	7,0	5,7
% OD Saturação				%	87,8	91,6	85,9	70,7
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	9		8	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001		0,001	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	5.000	8.000	220	70
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	5.000	8.000	90	23
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	3.000		8	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0006	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,093		0,062	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,23	0,18	0,26	0,44
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,129	0,102	0,092	0,078
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,005		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					56,3	60,8	74,1	75,3
IT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	18,19	3,05	2,10	



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP092	BP092	BP092	BP092
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data					3/2/2003	13/5/2003	5/8/2003	4/11/2003
Hora					10:45	10:45	9:40	9:35
Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	24,0	19,0	24,0	18,0
Temperatura da Água				° C	21,3	19,5	17,4	18,1
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,50	6,50	6,60	6,00
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,60	6,90	6,50	7,00
Condutividade Elétrica				µmho/cm	23,70	22,40	26,60	37,50
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	11,10	1,31	0,90	5,19
Cor	30	75	75	UPt	10,00		20,00	
Sólidos Totais				mg / L	30,00	24,00	35,00	38,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	24,00	21,00	35,00	37,00
Sólidos Suspensão				mg / L	6,00	3,00	< 1,00	1,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	9,00		9,40	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	9,10		9,90	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	5,20		5,20	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	3,90		4,70	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	0,56	0,32	0,48	0,93
Potássio				mg / L K	0,68		0,91	
Sódio				mg / L Na	1,43		1,71	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	< 1,00		1,60	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	0,03	0,03	0,03
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,30	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,20	0,10	0,16	0,16
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002		0,002	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	4,87E-04	1,42E-04	1,54E-04	4,07E-05
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,6	7,1	7,8	7,5
% OD Saturação				%	93,6	84,2	88,4	86,3
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	2	< 2
DQO				mg / L	6		13	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,06		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	2.800	1.300	1.700	8.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	1.700	1.300	50	700
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	500		140	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003	< 0,0003	0,0059	0,0007
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,017		0,015	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,69	0,06	0,04	0,08
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,070	0,033	0,026	0,067
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					66,6	68,4	80,3	68,0
IT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s				



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPRHs SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP094	BP094	BP094	BP094
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data					3/2/2003	13/5/2003	5/8/2003	4/11/2003
Hora					11:25	9:50	10:05	10:10
Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	25,0	18,0	21,0	20,0
Temperatura da Água				° C	21,5	17,6	17,2	18,4
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,70	6,70	6,80	6,20
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,50	6,90	6,80	7,00
Condutividade Elétrica				µmho/cm	19,90	20,90	20,40	34,90
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				
Turbidez	40	100	100	NTU	6,48	0,89	1,82	8,23
Cor	30	75	75	UPt	5,00		21,00	
Sólidos Totais				mg / L	25,00	21,00	26,00	40,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	22,00	15,00	16,00	34,00
Sólidos Suspensão				mg / L	3,00	6,00	10,00	6,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	7,80		7,80	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	10,10		9,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	5,90		5,90	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	4,20		3,80	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	< 0,30	0,36	0,40	1,38
Potássio				mg / L K	0,36		0,39	
Sódio				mg / L Na	0,75		0,96	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	5,90		1,50	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	0,04	0,03	0,03
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,13	0,11	< 0,01	0,17
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,001		0,001	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,61E-04	1,96E-04	2,40E-04	6,59E-05
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,9	7,1	8,1	7,4
% OD Saturação				%	97,6	80,8	91,4	85,6
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	10		< 5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	< 0,001	0,004
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,08		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	170	50	4	17.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	110	50	< 2	2.300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	110		30	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003	0,0005	< 0,0003	0,0179
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,006		0,008	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,10	0,05	0,05	0,15
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,042	0,038	0,033	0,063
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02		0,03	
Toxicidade crônica								
IQA					77,9	79,3	89,7	64,2
IT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	ALTA
Vazão				m ³ /s				



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Legenda:

9,5: Valores em **vermelho** indicam resultados não conformes em 20% do padrão de classe.

IQA:	Excelente	$90 < IQA \leq 100$
	Bom	$70 < IQA \leq 90$
	Médio	$50 < IQA \leq 70$
	Ruim	$25 < IQA \leq 50$
	Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$
CT:	Baixa	Concentração $\leq 1,2 \cdot P$
	Média	$1,2 \cdot P < \text{Concentração} \leq 2 \cdot P$
	Alta	Concentração $> 2 \cdot P$

P = Limite de classe definido na Deliberação Normativa COPAM No 10/86

Vazão: Inferida por método de regionalização.