

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS



Realização



INSTITUTO MINEIRO
DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Relatório Monitoramento das Águas Superficiais na Bacia do Rio Pardo em 2002

Rio São Francisco - Foto: Evandro Rodney

Apoio:



Belo Horizonte, janeiro de 2004



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



**RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA
DO RIO PARDO EM 2002**

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

Belo Horizonte
Dezembro/2003.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



**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 da Silva

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

Ciomara Rabelo de Carvalho

Coordenação do Projeto no CETEC

José Antônio Cardoso



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



**RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA
DO RIO PARDO EM 2002**

**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
Dezembro, 2003



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



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
João Alves da Silva Filho, Geógrafo
Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga
Maria Beatriz Gomes e Souza Dabés, Bióloga
Michel Jeber Hamdan, Geógrafo
Michele Aparecida Gomes Alves, Química
Rômulo Cajueiro de Melo, Biólogo
Zenilde das Graças Guimarães da Silva, Química

Apoio

Denise Duarte Carrilho–Diretoria de Instrumentalização e Controle/DIC
Raimundo Nonato Frota Fernandes–Divisão de Sistema de Informações/DvSI
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

Cristiana Maria Teixeira Parreira, Química
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

Ficha Catalográfica

I59r

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Relatório de monitoramento das águas superficiais na Bacia do Rio Pardo em 2002 / Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Fundação Estadual do Meio Ambiente, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais . -- Belo Horizonte: IGAM, 2003.

136p. : mapas. – (Projeto sistema de monitoramento da qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais – Águas de Minas)

1. Qualidade da água – Minas Gerais. 2. Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. I. Fundação Estadual do Meio Ambiente. II. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 556.51(815.1)

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.....	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
5.7.Ações de Controle Ambiental.....	48
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
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. Documentação Necessária para a Obtenção da Outorga.....	51
7. MORTANDADE DE PEIXES.....	52
7.1. Histórico.....	52
7.2. Cursos.....	52
7.3. Metodologia.....	53
7.4. Legislação Estadual.....	53
8.SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002.....	55
8.1. IQA - Índice de Qualidade das Águas nas Bacias Hidrográficas.....	56
8.2. CT – Contaminação por Tóxicos nas Bacias Hidrográficas.....	66
8.3. Parâmetros em desacordo com a legislação.....	71
8.3.1. No Estado de Minas Gerais.....	71
8.3.2. Nas Bacias Hidrográficas.....	72
8.4. Ensaio de Toxicidade.....	78
8.5. Mortandade de Peixes.....	80
8.6. A Situação Atual das Outorgas em Minas Gerais.....	83
9. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO RIO PARDO.....	87

10. CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2002.....	89
Rio Pardo.....	89
11.AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM 2002 (P x E x R).....	94
12.AÇÕES DE CONTROLE DECORRENTES DO MONITORAMENTO EM 2001.....	96
13.BIBLIOGRAFIA.....	98

ANEXOS

Anexo A – Municípios com sede na Bacia do Rio Pardo.....	A
Anexo B – Descrição das estações de amostragem na Bacia do Rio Pardo.....	B
Anexo C – Classes de enquadramento dos cursos d’água em Minas Gerais.....	C
Anexo D – Dados Hidrológicos 2002.....	D
Anexo E – Resultados das análises por ponto de amostragem Bacia do Rio Pardo.....	E
Anexo F – Mortandade de peixes nas bacias de Minas Gerais.....	F

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 - Ocorrência de ecotoxicidade crônica, aguda e letalidade por bacia hidrográfica e estação de amostragem em 2002.....	79
Tabela 8.2 - Vazões outorgadas em Minas Gerais no ano de 2002.....	84
Tabela 8.3 - Porcentagem de uso em Minas Gerais em 2002.....	85
Tabela 8.4 - Número de outorgas em 2002 por bacia.....	86

LISTA DE FIGURAS

Organograma metodológico para atendimento aos casos de mortandade de peixes.....	54
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.....	55
Figura 8.2: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF1 e SF4.....	57
Figura 8.3: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem - UPGRH SF2.....	58
Figura 8.4: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH SF3	58
Figura 8.5: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH SF5	59
Figura 8.6: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10	60
Figura 8.7: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs GD1 a GD8	61
Figura 8.8: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs DO1 a DO5	62
Figura 8.9: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PS1 e PS2.....	63
Figura 8.10: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	64
Figura 8.11: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs JQ1 a JQ3	64
Figura 8.12: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem - MU1	65
Figura 8.13: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PA1	65
Figura 8.14: Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no estado de Minas Gerais.....	66
Figura 8.15: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs SF1 e SF4...67	67
Figura 8.16: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF2.....	67
Figura 8.17: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF3.....	68
Figura 8.18: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF5.....	68

Figura 8.19: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.....	68
Figura 8.20: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs GD1 a GD8.....	69
Figura 8.21: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs DO1 a DO5.....	69
Figura 8.22: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs PS1 e PS2.....	69
Figura 8.23: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	70
Figura 8.24: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1	70
Figura 8.25: Frequência da ocorrência de metais acima dos limites estabelecidos na legislação.....	71
Figura 8.26: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação.....	72
Figura 8.27: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF1 e SF4.....	73
Figura 8.28: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF2.....	73
Figura 8.29: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF3.....	74
Figura 8.30: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF5.....	74
Figura 8.31: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10	75
Figura 8.32: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs GD1 a GD8.....	75
Figura 8.33: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs DO1 a DO5.....	76
Figura 8.34: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PS1 e PS2.....	76
Figura 8.35: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	77

Figura 8.36: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1.....	76
Figura 8.37: Número de ocorrências de efeitos ecotoxicológicos crônicos e agudos no decorrer do ano de 2002.....	80
Figura 8.38: Percentual de ocorrências de mortandade de peixes de acordo com as causas prováveis no período de 1996 a 2001.....	81
Figura 8.39: Percentual de ocorrências de mortandade de peixes por bacia hidrográfica no período de 1996 a 2001.....	82
Figura 8.40: Percentual de ocorrências de mortandade de peixes por bacia hidrográfica em 2002.....	82
Figura 8.41: Número de ocorrências de mortandade de peixes registradas nas bacias hidrográficas de Minas Gerais em 2002.....	83
Figura 8.42: Evolução das outorgas ano a ano.....	86
Figura 9.1: Evolução Temporal do IQA Médio na Bacia do Rio Pardo.....	89

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 2002 da Bacia do Rio Pardo.....	88



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



APRESENTAÇÃO

A água é essencial à vida e atualmente é considerada o recurso mais precioso que a terra fornece à humanidade. O consumo humano e a dessedentação de animais, o uso industrial, a geração de energia elétrica, a irrigação e a navegação constituem os principais usos da água.

Para a manutenção da vida, é preciso assegurar a quantidade e a qualidade de nossas águas. O crescimento urbano e industrial, bem como os padrões de conforto e bem-estar da vida moderna, vêm comprometendo de forma alarmante a água no planeta.

Com o intuito de assegurar a oferta adequada em quantidade e qualidade, visando ao desenvolvimento sustentável, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM promove e executa a gestão compartilhada e descentralizada das águas.

O IGAM, através do "Projeto Águas de Minas", busca conhecer a qualidade das águas, suas tendências ao longo do tempo e o comprometimento dos corpos d'água mineiros pela presença de poluentes, com a finalidade de fornecer uma ferramenta básica para a gestão integrada dos recursos hídricos, vindo a fundamentar também as decisões dos comitês de bacia no gerenciamento das águas.

Paulo Teodoro de Carvalho
Diretor Geral do IGAM

1. INTRODUÇÃO

A água, recurso natural limitado, constitui bem de domínio público, conforme dispõe a Constituição Federal/88 em seus Arts. 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 mineiras 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 1987 com a rede de amostragem operada pelo CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, e que visava às bacias do Rio das Velhas, Rio Paraopeba e Rio Paraíba do Sul para o Conselho 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.

O Projeto Águas de Minas, em execução há seis 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 242 estações em 2002.

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 a atividades potencialmente causadoras de impacto;
- Facilitar a identificação e a implementação de estratégias de aperfeiçoamento de instrumentos gerenciais;
- Definir bacias ou cursos d'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 definidas as análises a serem feitas nas amostras de água coletadas. Aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos já usuais foram somados ensaios de toxicidade com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* e medições de vazão desde o ano 2001. 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 destes 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 Nº 10/86.

Os resultados permitem inferir a qualidade das águas dos cursos d'água nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) em Minas Gerais, estabelecidas pela DN Nº 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 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 a rede de monitoramento são apresentadas análises estatísticas que abrangem o conjunto de resultados, obtidos ao longo dos seis anos, dos principais indicadores de qualidade e quantidade das águas, com o propósito de apresentar uma interpretação mais detalhada. Esta avaliação permite associar a componente quantidade aos indicadores de qualidade em nível sazonal, ao longo do tempo e espacial, 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, particularmente ao IGAM e à FEAM, identificarem e implementarem estratégias de aperfeiçoamento de seus instrumentos gerenciais. Destaca-se sua importância para o acompanhamento por seus usuários do quadro geral sobre a qualidade das águas das principais bacias hidrográficas do Estado, competência da Agenda Azul do IGAM, e para a efetividade das ações de controle das fontes de poluição e degradação ambiental da Agenda Marrom da 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 encontra-se no Anexo A.

Objetivando aprimorar a identificação das relações de causa e efeito na qualidade das águas foram acrescentadas ao conteúdo deste trabalho as informações disponíveis nos processos dos empreendimentos cadastrados na FEAM/COPAM. Além disso, também foram incorporados, por UPGRH, os seguintes fatores de pressão: população urbana e rural (IBGE, 2000) e usos das águas conforme a Base de Dados de Outorgas do IGAM, 2002 (Anexo B – para a Bacia descrita neste volume).

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 42 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.

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



UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

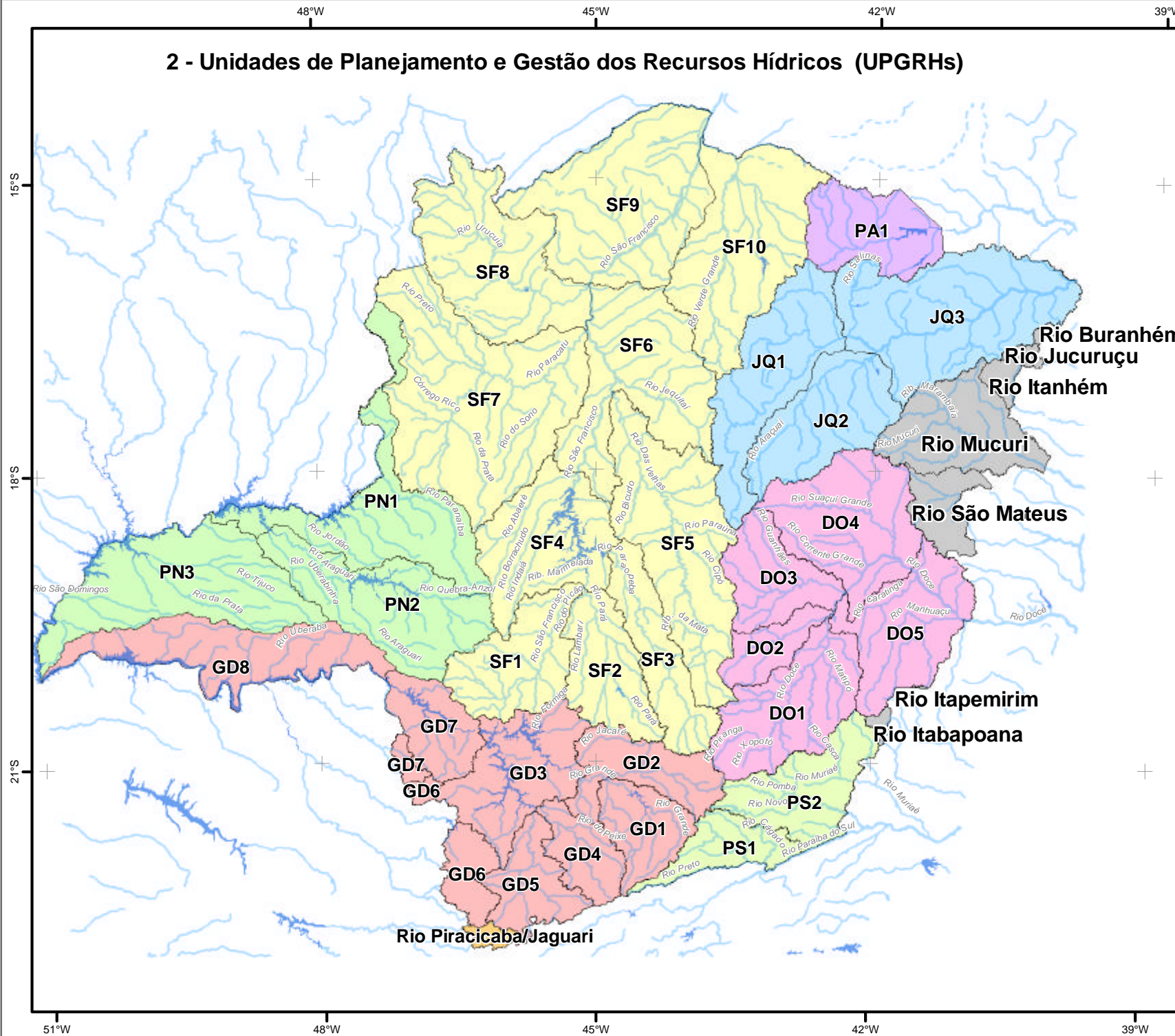
LEGENDA

BACIAS FEDERAIS

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



100 50 0 100 Km



51°W 48°W 45°W 42°W 39°W

15°S
18°S
21°S

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	18	1,49
	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	97	0,41	
	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		

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
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

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		5.682	13	102.815	58.825	43.990	-	-
TOTAL Bacias Leste	8	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	242	0,42
	TOTAL de UPGRHs	42	588.519	854	18.695.845	15.272.348	3.423.497	242	0,41

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, alcalinidade total, alcalinidade bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio;

Parâmetros Químicos: 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

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 (CO₂) 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.

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.

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.

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

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 DBO_{5,20}.

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.

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 diarreias, 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, 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 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 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 $\mu\text{g/L}$. É normalmente utilizado nos processos de produção de pigmentos, fogos de artifício, vidros e praguicidas. A ingestão de bário, em 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

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

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 freqüentes, 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 $18\mu\text{g/L}$. Este pode ser adsorvido em sedimentos e 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 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, termoeletricas 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 2002



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, conforme Deliberação Normativa Nº 10/86 do COPAM – para refletir a situação ambiental dos corpos hídricos nas UGRHs 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 foram definidos pela Deliberação Normativa Nº 10/86 do COPAM para contaminantes de origem industrial, minerária e difusa.

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.

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.

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. Comparam-se os valores analisados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos cursos d'água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM na Deliberação Normativa Nº 10/86. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de concentrações iguais ou inferiores a 1,2 vezes os limites de classe de enquadramento do trecho do curso d'água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração entre 1,2 e 2,0 vezes os limites mencionados, enquanto que a contaminação Alta refere-se às concentrações superiores ao dobro dos valores 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 duas vezes acima de sua concentração limite na DN 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	$1,2. P < \text{concentração} < 2.P$
Alta	concentração $> 2.P$

P = Limite de classe definido na Deliberação Normativa COPAM Nº 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 2002 no Estado de Minas Gerais”. O nível de qualidade apresentado refere-se à média aritmética anual dos valores de IQA da estação projetada no trecho de curso d'água situado a montante. A contaminação por tóxicos baseia-se no conjunto total de resultados avaliados para cada estação de amostragem, sendo representada no próprio ponto. 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 242 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 242 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 Anexo B.

A rede em operação (macro-rede) vem sendo 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 1.000 Km², que é a densidade média adotada nos mencionados países. 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, tratase 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.

Pode-se observar que 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 nas 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, dando 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 d' água, tendo em vista que a grande maioria dos pontos de coleta localizam-se em pontes.

5.2.1. Coletas

São 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 pode ser observado 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

<ul style="list-style-type: none"> • Alcalinidade Bicarbonato • Alcalinidade Total • Alumínio* • Amônia • Arsênio • Bário • Boro • Cádmio • Cálcio • Chumbo • Cianetos • Cloretos • Cobre • Coliformes Fecais • Coliformes Totais • Condutividade Elétrica “in loco” • Cor • Cromo(III) • Cromo(VI) • Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO • Demanda Química de Oxigênio – DQO • Dureza (Cálcio) • Dureza (Magnésio) • Estreptococos Fecais • Ferro Solúvel 	<ul style="list-style-type: none"> • Fosfato Total • Índice de Fenóis • Magnésio • Manganês • Mercúrio • Níquel • Nitrato • Nitrito • Nitrogênio Orgânico • Óleos e Graxas • Oxigênio Dissolvido - OD • pH “in loco” • Potássio • Selênio • Sódio • Sólidos Dissolvidos • Sólidos em Suspensão • Sólidos Totais • Surfactantes Aniônicos • Sulfatos • Sulfetos • Temperatura da Água • Temperatura do Ar • Turbidez • Zinco
--	--

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	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 2002, tentando descrever a evolução da qualidade das águas nos diferentes corpos d'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 d'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 d'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 d'água, contemplouse, 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 x Vazão, são apresentados os valores do Índice de Qualidade das Águas no ano 2002 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 2002. 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 d'água, foram utilizadas algumas representações gráficas. Para certos parâmetros ressaltou-se o comportamento ao longo do curso d'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 d'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 2002 e 2001 foi representado ao longo do curso d'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 d'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 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 d'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 242 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. 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

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	pouca confiabilidade no dado gerado
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

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

Na quantificação dos empreendimentos potencialmente poluidores foram selecionados, a partir da Deliberação COPAM 01/90, as atividades com grande potencial poluidor para a variável ambiental água, quais sejam: metalúrgica, papel e papelão, couros e peles, química, produtos farmacêuticos e veterinários, têxtil, produtos alimentares e bebidas.

A avaliação conjunta dessas informações deu subsídio à elaboração de quadros-resumo que especificam, por bacia e sub-bacia estudada, as principais características físicas e antrópicas que exercem pressões sobre a qualidade das águas. Estes quadros-resumo encontram-se dispostos no item 11, Avaliação Ambiental 2002, logo após as considerações e discussões dos resultados de 2002.

Esse mesmo processo interativo norteou a definição das ações prioritárias recomendadas neste relatório, que se inscrevem no contexto das orientações da Política Estadual de Controle da Poluição Ambiental. As recomendações apresentadas foram sintetizadas a partir do tríplice referencial estabelecido 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:

- 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.

5.7. Ações de Controle Ambiental

Em decorrência da definição das ações prioritárias recomendadas no relatório da qualidade das águas do ano 2001, que foi publicado em dezembro de 2002, buscaram-se informações no âmbito FEAM/COPAM sobre as ações efetuadas para o controle ambiental a partir da divulgação do relatório.

As ações de controle ambiental efetivadas no período 2002/2003 estão apresentadas em quadros-resumo, dispostos no item 12, de acordo com as ações sobre os municípios inseridos nas UPGRHs.

Deve-se observar que as ações de controle apresentadas não são apenas decorrentes do monitoramento da qualidade das águas, mas também de ações de melhoria da qualidade ambiental de um modo geral.

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.

6. OUTORGA

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).

6.3. A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais

No Estado de Minas Gerais, as primeiras outorgas de direito de uso da água foram concedidas através de Decretos, por ato do Governador do Estado, após análise e aprovação do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de Minas Gerais – DAE/MG, apoiadas nos termos do Código de Águas – Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934.

Desde julho de 1997, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, passou a atuar como órgão gestor das águas no Estado de Minas Gerais, compondo a estrutura da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD.

Com a divulgação do instrumento da outorga junto ao grande público, além das companhias de saneamento e abastecimento, diversos usuários têm solicitado ao IGAM autorização para captação de água superficial e exploração de água subterrânea para as mais diversas finalidades, sendo a agricultura irrigada o setor de maior demanda de recursos hídricos. Também, diversas intervenções nos cursos de água como construção de reservatórios, diques, açudes, desvios, entre outras obras, são objeto de solicitação de outorga, conforme preconiza a Lei Estadual nº 13.199 de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e a Portaria Administrativa do IGAM nº 010/98, que ordena os procedimentos aplicáveis aos processos de outorga de águas sob domínio estadual.

De acordo com a Portaria 010/98, até que se estabeleçam as diversas vazões de referência a serem utilizadas nas bacias hidrográficas, a vazão de referência adotada em todo o Estado de Minas Gerais é a $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência). Através desta mesma Portaria é fixado o percentual de 30% da $Q_{7,10}$ como o limite máximo de derivações consuntivas a serem outorgadas em cada seção da bacia hidrográfica considerada, ficando garantido assim, fluxos residuais mínimos a jusante equivalentes a 70% da $Q_{7,10}$.

No IGAM, a Divisão de Regulação e Controle – DvRC recebe os processos de requerimento de outorga de direito de uso de recursos hídricos e mantém um banco de dados com as informações obtidas dos requerentes e usuários outorgados. As coordenadas geográficas das captações ou intervenções nos cursos de água são georreferenciadas. A análise dos processos é então realizada sendo que, para o deferimento ou indeferimento de um requerimento, diversas etapas são processadas com consulta em cartas geográficas e delimitação das áreas de drenagem.

6.4. A Quem Solicitar

As outorgas em águas de domínio do Estado são obtidas junto ao IGAM (Lei 13.199/99). Já as outorgas em águas de domínio da União são emitidas pela 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. 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;
- Documento de concessão ou autorização fornecido pela ANEEL, em caso de hidrelétrica ou de termelétrica.

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 de 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 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 aos agentes Fiscais do COPAM/FEAM, de 1986, as Noções Básicas de Atendimento a Mortandade de Peixes foram transmitidas pelo professor Osvaldo Godinho, ictiólogo e professor do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais - ICB da UFMG.

“Fiscalização em Eventos com Mortandade de Peixes”, vem sendo incluído nos cursos de Fiscalização e Licenciamento promovidos periodicamente pela FEAM e sempre são reservadas vagas para membros da Polícia Florestal.

Procurando aprimorar conhecimentos e trocar de experiências com outros órgãos, técnicos da FEAM participaram do curso "Técnicas de Investigação de Mortandade de Peixes", ministrado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, sendo que em 1992, este curso aconteceu nas dependências da FEAM, em Belo Horizonte.

Com o aumento da industrialização, da densidade demográfica do Estado e das descargas poluidoras sobre os recursos hídricos veio a intensificação das ocorrências de mortandades de peixes e, dada a importância das coletas de amostras de águas e de peixes, além do levantamento dos dados de campo, veio a necessidade de melhor preparo da Polícia Florestal. Foram ministrados dois grandes cursos, especificamente para um grupo de policiais

formados por representantes das diversas companhias de todo o Estado. O primeiro em 1996, promovido pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais – SEMAD, ministrado pela FEAM, em conjunto com o CETEC, Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais - IEF e PM, realizado no Parque Estadual do Rio Doce. O segundo em dezembro de 2000, coordenado pela SEMAD, preparado e ministrado pela FEAM, GCFAI, IEF, Polícia Florestal, CETEC e Instituto Mineiro de Agropecuária –IMA, nas dependências do IEF, no município de Sete Lagoas.

7.3. Metodologia

Quem continua coordenando o Atendimento a Mortandade de Peixes em Minas Gerais é a FEAM, atualmente seguindo o Organograma 7.1, definido no ano 2000, nas reuniões entre sete instituições, que culminaram com o Curso de Atendimento a Mortandade de Peixes, em dezembro, conforme descrito no item anterior.

As amostras são coletadas pela PMMAmb., águas e peixes, que utilizam o KIT distribuído no curso de 2000, 2 caixas de isopor de 50 litros contendo todo o material necessário para o atendimento básico emergencial. As caixas de isopor contendo as amostras acondicionadas em gelo e etiquetadas são despachadas de ônibus para Belo Horizonte, conforme convênio da PM com o Sindicato dos Transportadores de Passageiros – SINDPAS. A 7ª Cia da PM, de Belo Horizonte, é responsável pelo traslado do material da rodoviária ao CETEC.

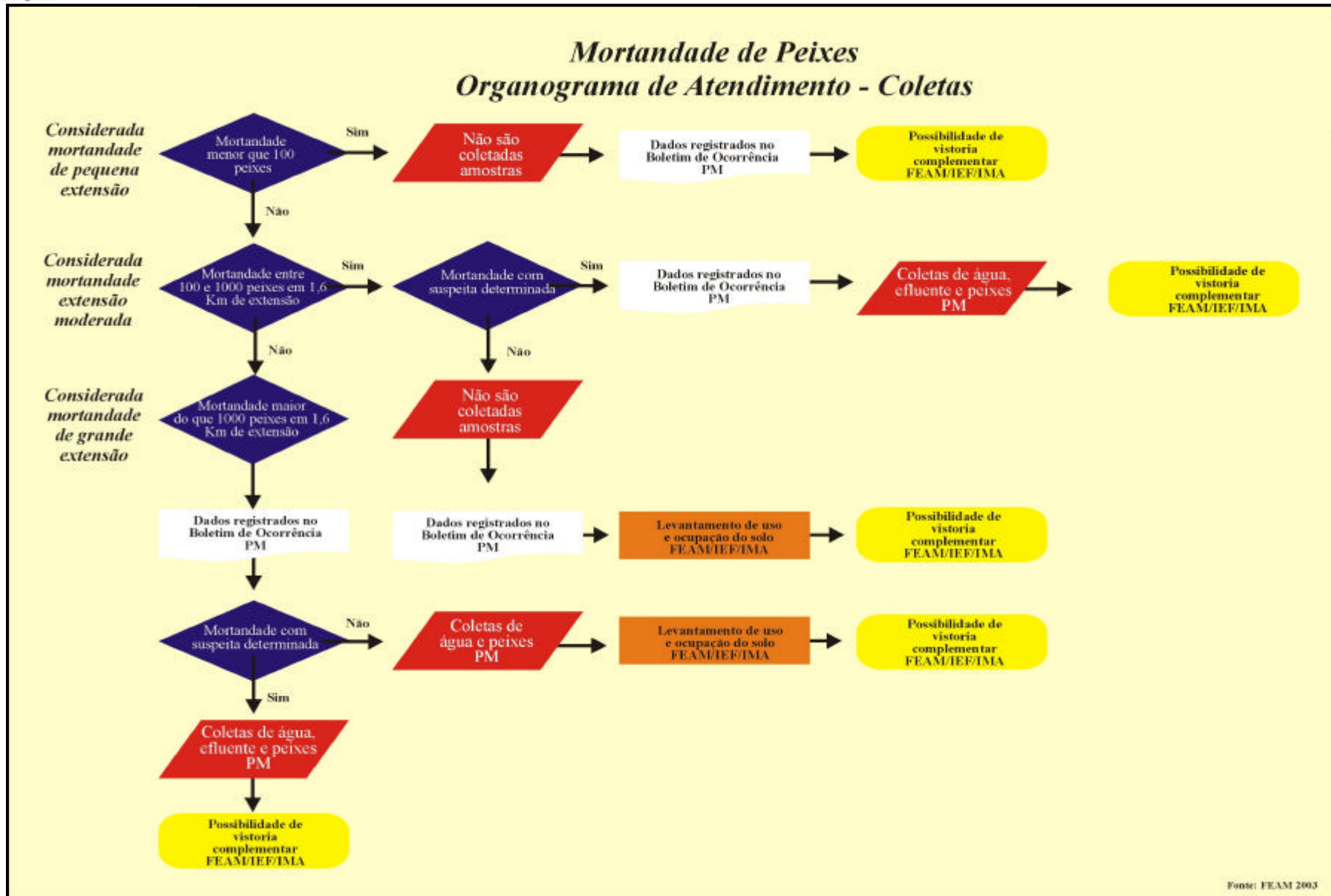
A FEAM, com base no Boletim de Ocorrência da PM, Roteiro de Ação devidamente preenchido e nos dados relativos à tipologia dos suspeitos levantados nesses documentos, define os parâmetros a serem analisados. A FEAM também é responsável pela redação do Parecer Técnico após recebimento dos laudos, pesquisa 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.



8. SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002

Os resultados das análises laboratoriais realizadas em 2002 permitiram a obtenção dos indicadores da situação ambiental, Índice de Qualidade de Águas – IQA, Contaminação por Tóxicos – CT - e Teste de Toxicidade Crônica.

A situação geral no estado com relação aos indicadores IQA e CT pode ser observada na Figura 8.1.

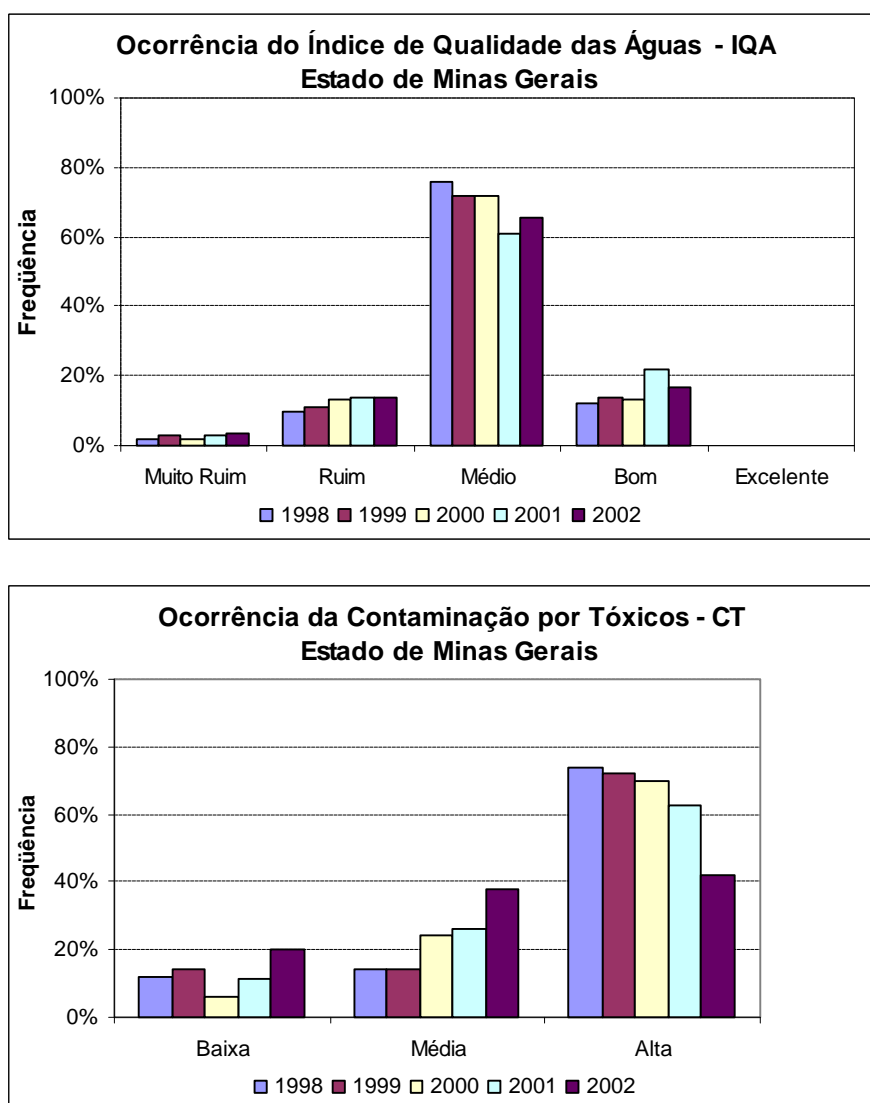


Figura 8.1: Evolução temporal dos dados de qualidade: Índice de Qualidade da Água – IQA - e Contaminação por Tóxicos – CT - no Estado de Minas Gerais.

Conforme a Figura 8.1, pode-se observar que os cursos d' água do estado de Minas Gerais se mantêm preponderantemente com valores de IQA médio. A análise comparativa da distribuição dos valores médios anuais de IQA demonstrou que não houve uma variação significativa das condições de

qualidade das águas ao longo desses cinco anos. Com relação ao ano 2002, observou-se uma diminuição na frequência de ocorrência do índice de qualidade das águas bom, quando comparado com 2001, estando este situado em torno de 17% das ocorrências totais, aproximadamente 5% a menos de registros bons do que em 2001. As faixas de qualidade ruim e muito ruim foram observadas em cerca de 13,7% e 3,6%, respectivamente, das estações de monitoramento em todo o estado.

A Contaminação por Tóxicos continua predominantemente alta, embora a diminuição progressiva indicada pela Figura 8.1 tenha culminado em uma queda de 21% em sua representatividade de 2001 para 2002. Nas faixas média e baixa, registrou-se um incremento de representatividade em 12% e 9%, respectivamente.

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

As Figuras 8.2 a 8.13 apresentam os índices de qualidade das águas, dos anos 2001 e 2002, em cada estação de amostragem das bacias hidrográficas monitoradas. A ocorrência de médias anuais de IQA no intervalo considerado muito ruim foi percebida principalmente nas bacias do rio Paraíba do Sul e do rio São Francisco.

Na bacia do rio Paraíba do Sul são críticas as condições do rio Xopotó (BS077), do ribeirão Ubá (BS071), ambos nas proximidades de Ubá, e do ribeirão Meia Pataca a montante do rio Pomba (BS049), junto à cidade de Cataguases, locais estes onde o IQA permanece muito ruim. No rio Paraibuna, a jusante da cidade de Juiz de Fora (BS017), verificou-se melhora de 2001 para 2002, onde o IQA passou de muito ruim para ruim.

Na bacia do rio São Francisco são preocupantes os estados de degradação em alguns cursos d'água na sub-bacia do rio das Velhas, como é o caso do ribeirão Arrudas próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155), do ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154) e do rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata (BV153), onde o IQA permaneceu muito ruim em 2002. O rio das Velhas logo e jusante do ribeirão do Onça (BV105) e na ponte Raul Soares (BV137) também apresentaram situação crítica, uma vez que a condição de qualidade caiu de ruim para muito ruim em 2002. A situação da qualidade das águas do rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP071), na sub-bacia do Rio Paraopeba, permanece com estado de degradação preocupante, apresentando índice de qualidade muito ruim.

De maneira geral, em 2002, no estado de Minas Gerais predominou o IQA médio, confirmando tendências anteriores. Em 2002, o índice de qualidade bom predominou nas bacias dos rios Mucuri, Pardo e Jequitinhonha. Algumas ocorrências também foram verificadas na bacia do rio São Francisco, na sub-bacia do Rio Pará e no São Francisco – Norte. Em alguns trechos do São Francisco – Norte da bacia do rio Paranaíba verificou-se reduções do IQA bom para médio.

As bacias em que se verificaram as menores ocorrências de IQA bom foram: rio Doce, onde em nenhuma estação o IQA foi bom, com muitas estações que

caíram de bom para médio em 2002; rio Paraíba do Sul e sub-bacia do rio Paraopeba, onde somente uma estação passou de IQA médio para bom; rio das Velhas, com apenas duas estações com IQA bom; e rio Grande, onde apenas três estações apresentaram IQA bom em 2002 (rio Grande a jusante do Reservatório de Itutinga (BG007), rio Grande a jusante do Reservatório de Furnas (BG051), e rio Grande a montante da foz do rio Pardo (BG061)). No São Francisco – Sul, o IQA bom se destacou em mais duas novas estações em 2002.

Todavia, se considerados os valores de IQA correspondentes a cada uma das quatro campanhas de amostragem realizadas ao longo do ano 2002, verificou-se que em muitas delas ocorreram valores extremos, com índice de qualidade bom na estiagem e ruim ou muito ruim, no período chuvoso. Esse comportamento do IQA está associado, na maioria dos casos, às ocorrências de materiais em suspensão e contagens de coliformes fecais nos cursos d'água. O aumento de sólidos suspensos no período chuvoso se deve ao carreamento de materiais alóctones componentes da poluição difusa para dentro dos corpos d' água.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

São Francisco Sul

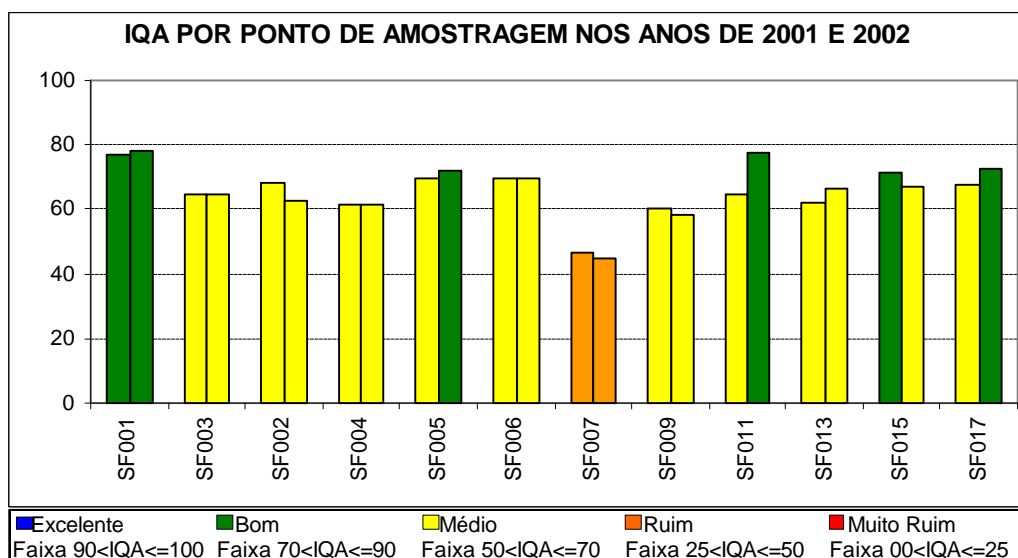


Figura 8.2: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF1 e SF4

Sub-Bacia do Rio Pará

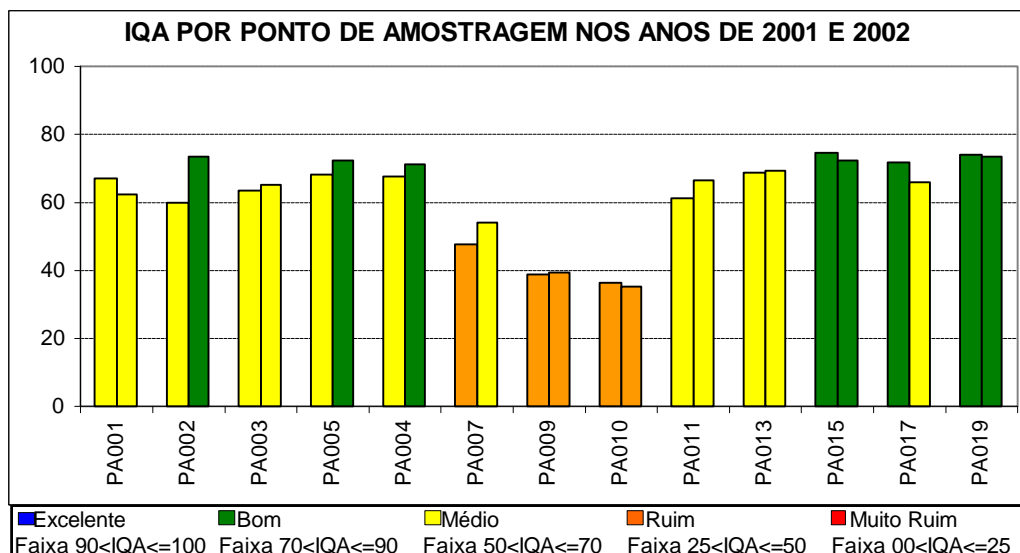


Figura 8.3: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem - UPGRH SF2

Sub-Bacia do Rio Paraopeba

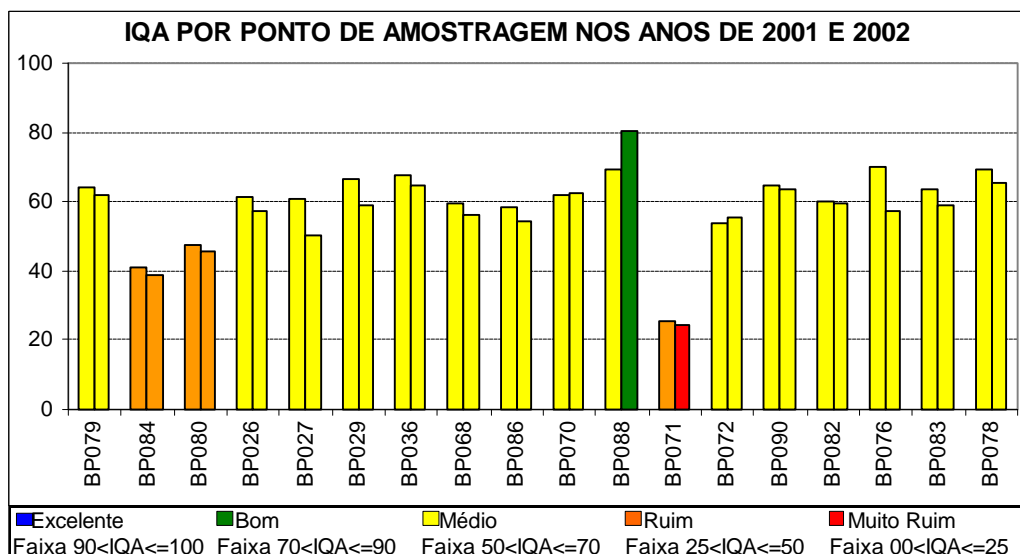


Figura 8.4: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem - UPGRH SF3

Sub-Bacia do Rio das Velhas

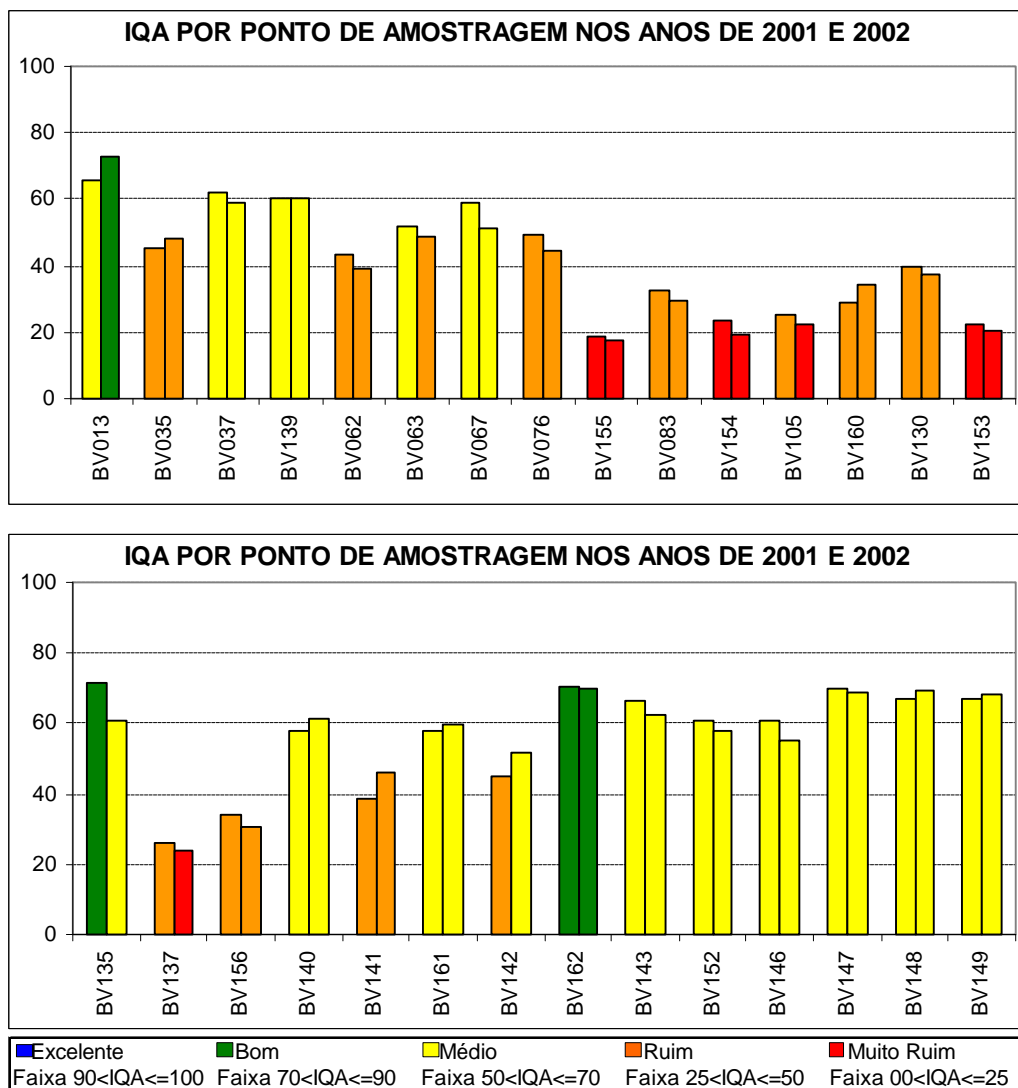


Figura 8.5: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UGRH SF5

Rio São Francisco-Norte

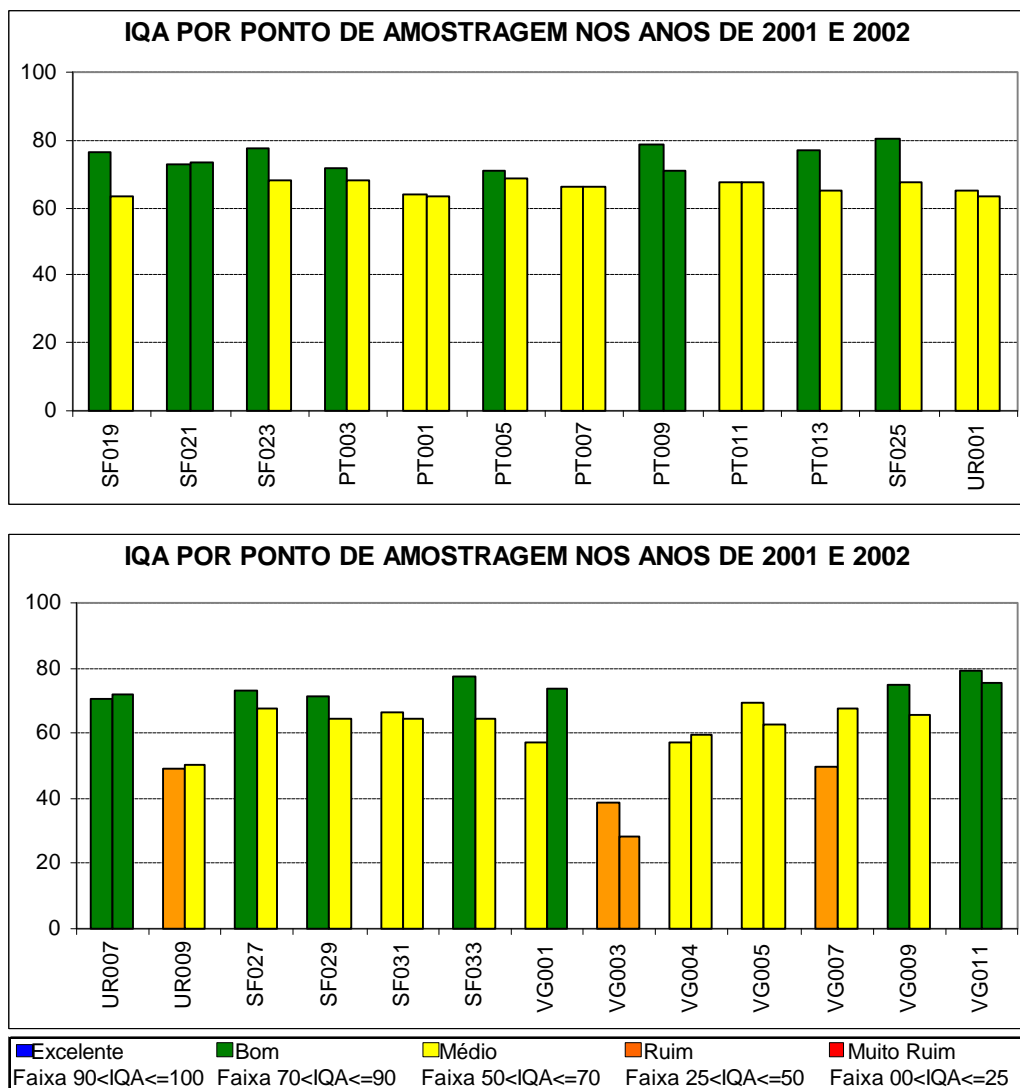


Figura 8.6: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

BACIA DO RIO GRANDE

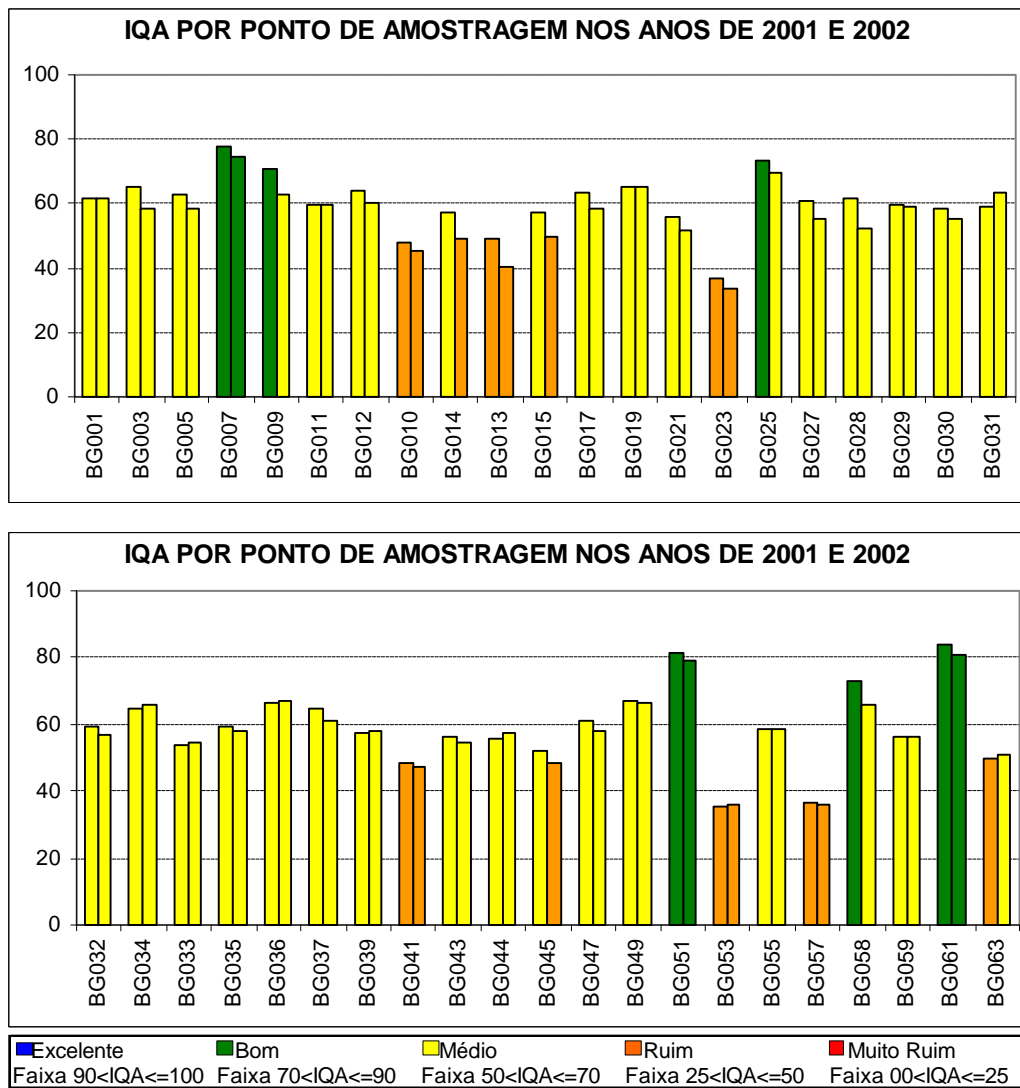


Figura 8.7: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO DOCE

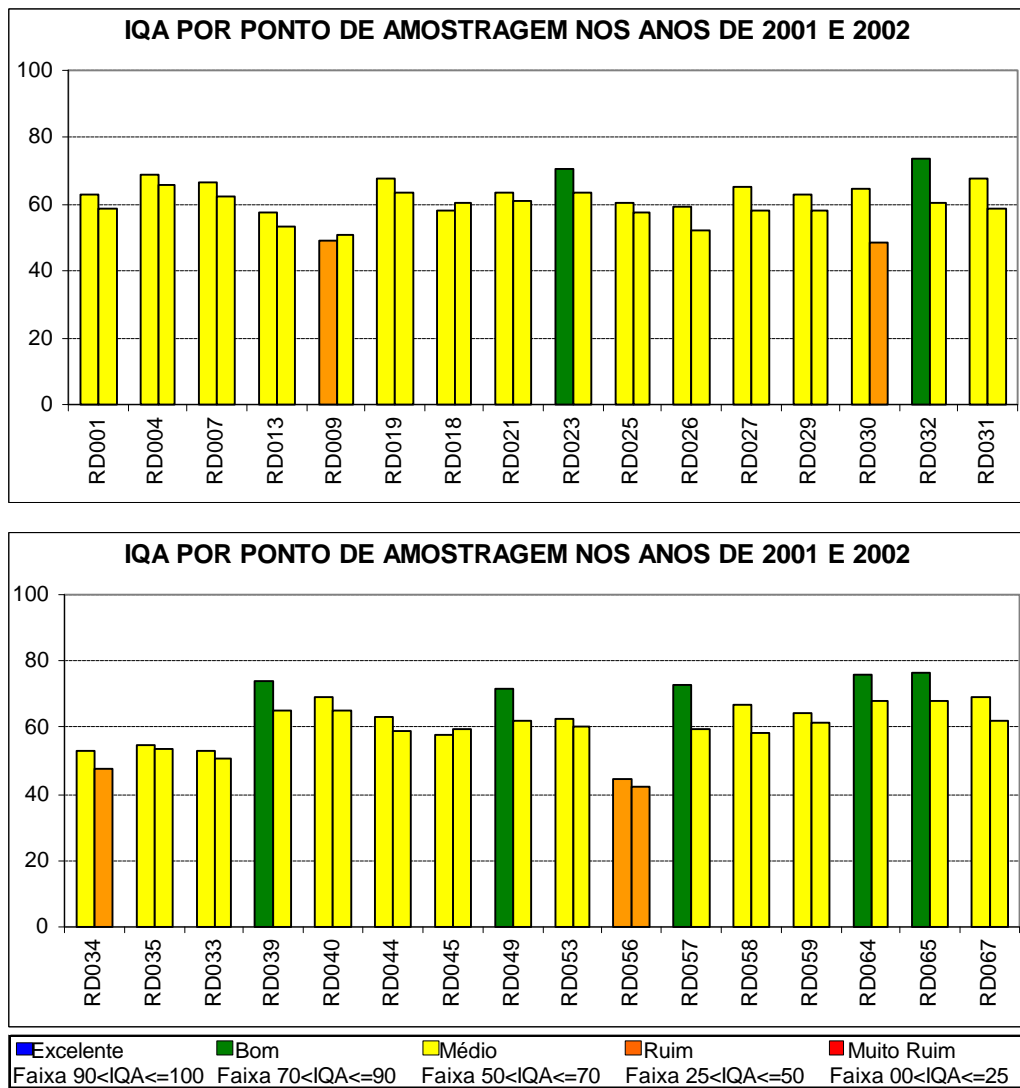


Figura 8.8: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UGRHs DO1 a DO5

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

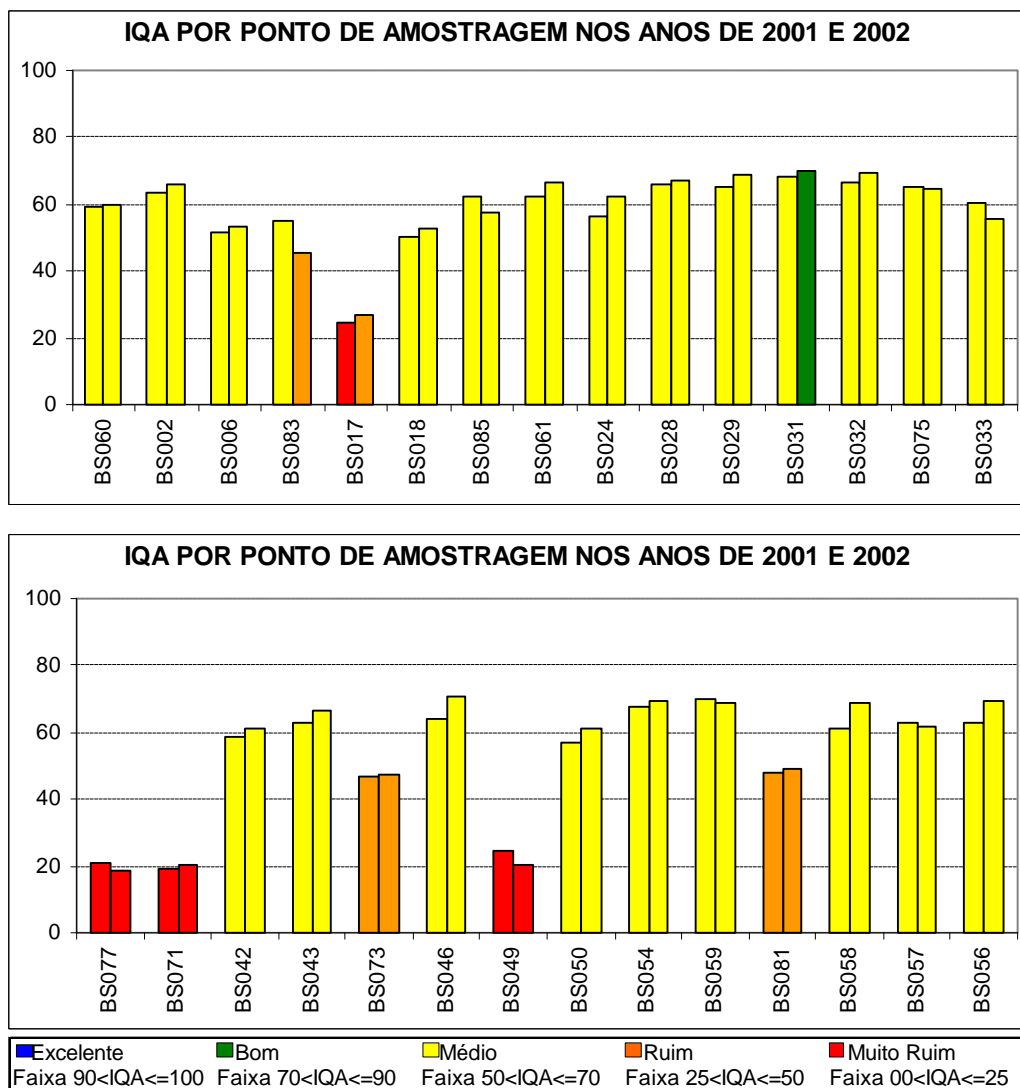


Figura 8.9: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PS1 e PS2

BACIA DO RIO PARANAÍBA

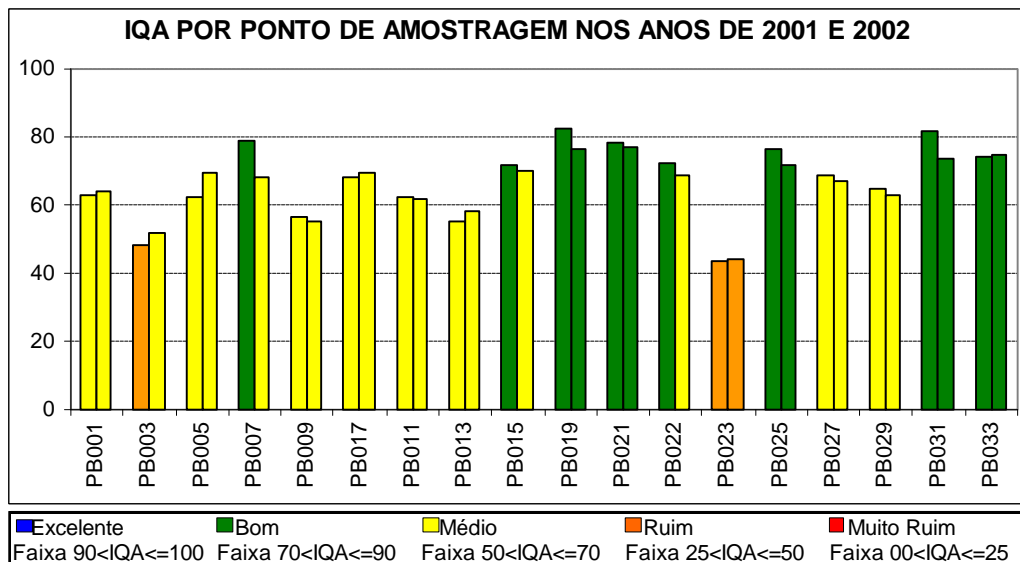


Figura 8.10: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PN1, PN2 e PN3

BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

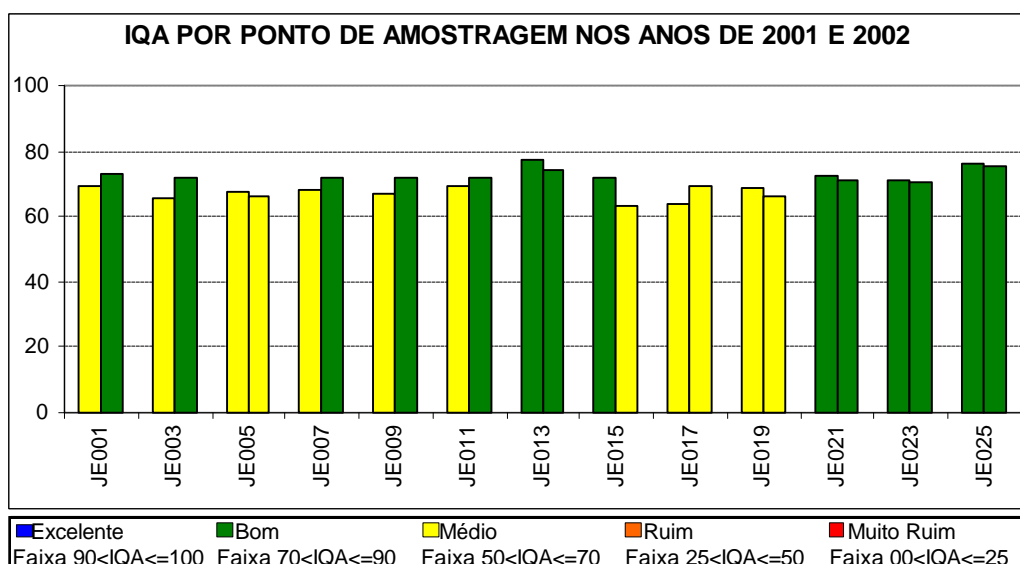


Figura 8.11: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs JQ1 a JQ3

BACIA DO RIO MUCURI

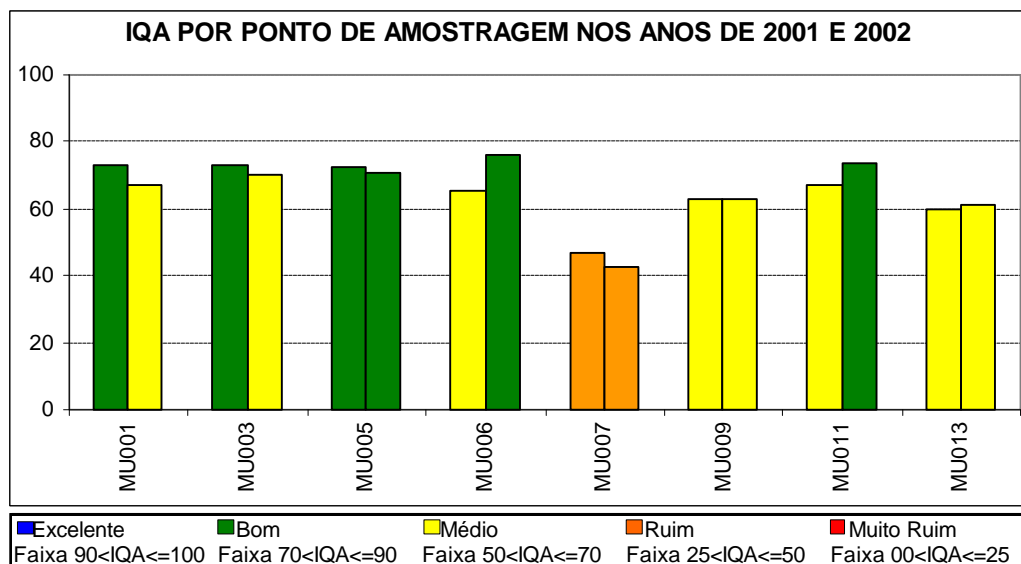


Figura 8.12: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem - MU1

BACIA DO RIO PARDO

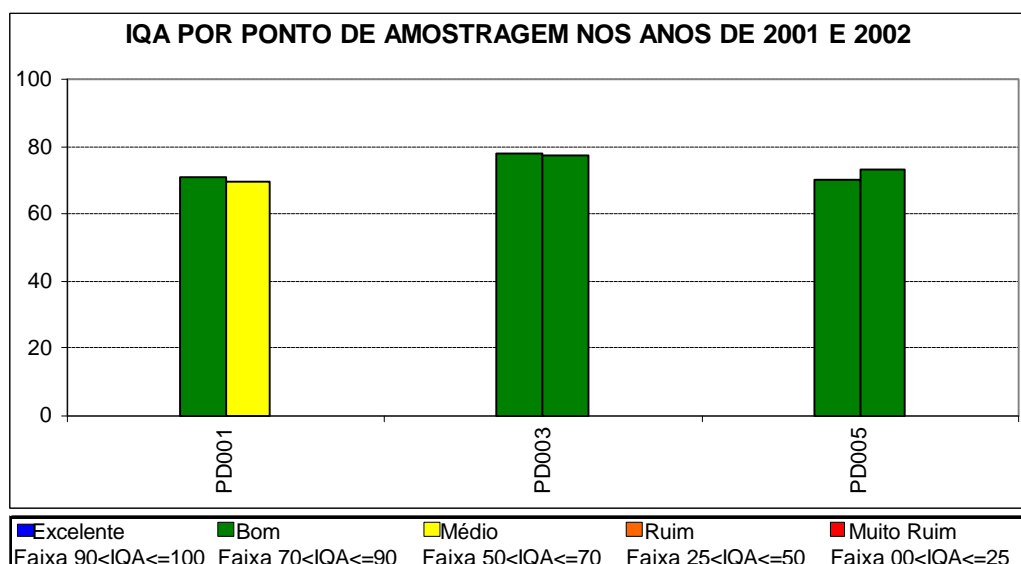


Figura 8.13: IQA médio dos anos 2001 e 2002, respectivamente, por estação de amostragem – UPRHs PA1

8.2. CT – Contaminação por Tóxicos nas Bacias Hidrográficas

Com relação à Contaminação por Tóxicos em 2002 (Figura 8.14), pode-se observar que o maior responsável pela contaminação em Minas Gerais foi o Índice de Fenóis, com 63,5% do total de ocorrências entre os contaminantes. Conclui-se que o aporte de fenóis para os corpos d' água sofreu incremento de 2001 para 2002 em 16,7%, agravando a situação. Na seqüência, aparece o cobre, com 12,4% do total de ocorrências, mostrando uma redução de 23,3% em relação ao ano 2001, e a amônia, com 9,8%. Estes valores repetem a tendência observada para o ano de 2001 quando, entretanto, a contribuição do Índice de Fenóis era mais baixa e a de cobre era maior. Mercúrio e arsênio também mostraram aumento em relação a 2001, enquanto que o zinco permaneceu com 3,0% de contaminação em 2002.

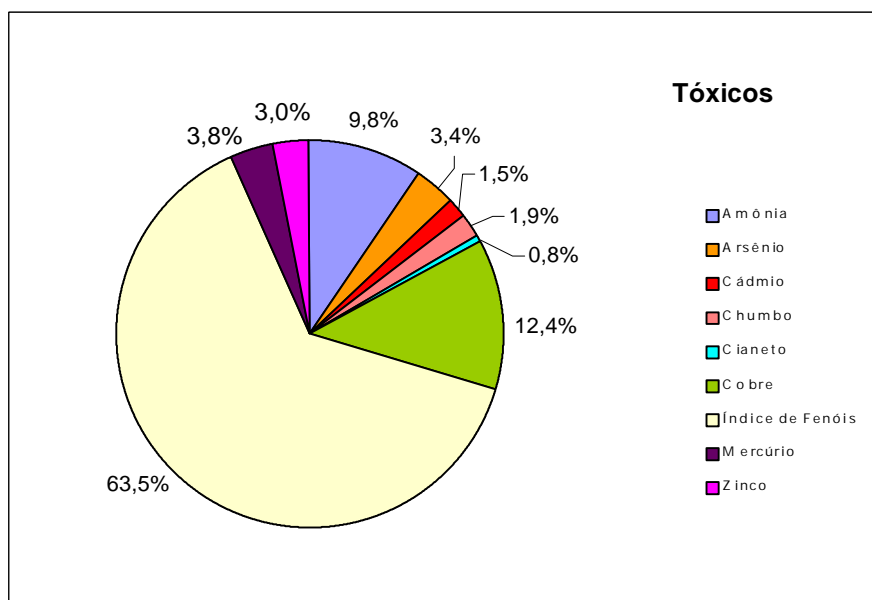


Figura 8.14: Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no estado de Minas Gerais.

As Figuras 8.15 a 8.24 mostram a freqüência dos contaminantes tóxicos nos níveis médio e alto em cada bacia hidrográfica. As maiores predominâncias são de índice de fenóis e amônia, seguido por cobre, bem como, mercúrio, cádmio e chumbo.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Rio São Francisco – Sul

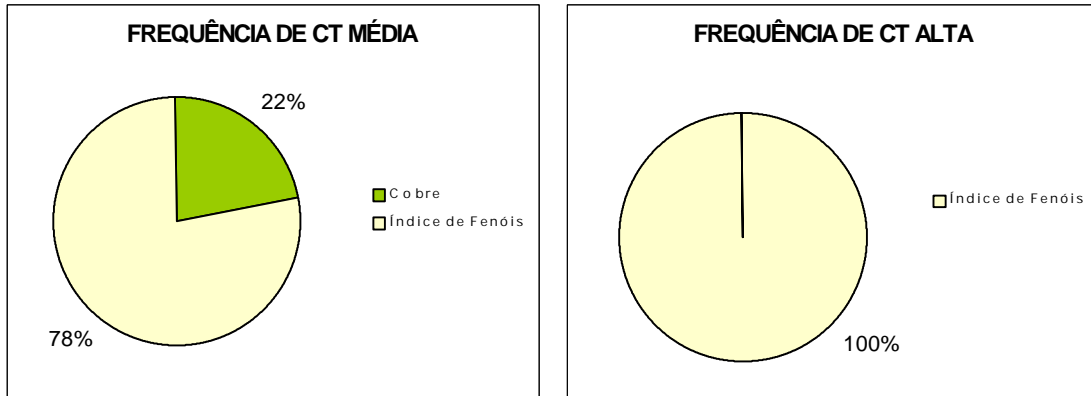


Figura 8.15: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs SF1 e SF4

Sub-Bacia do Rio Pará

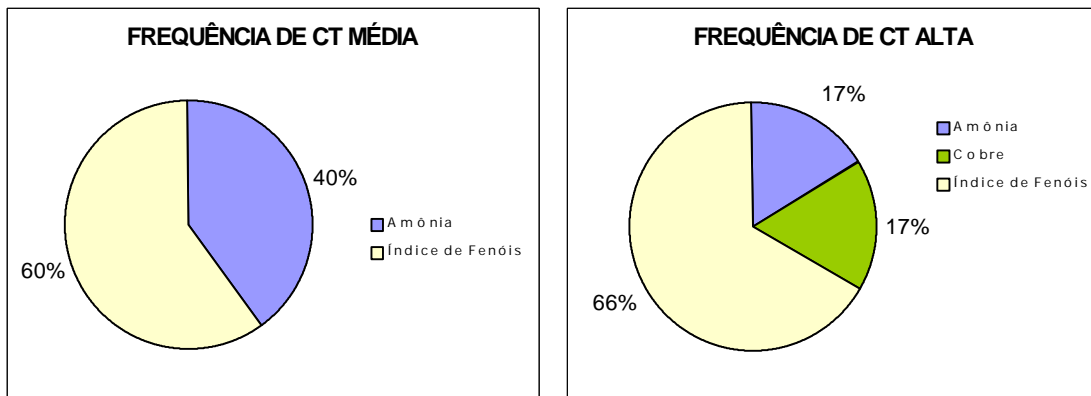


Figura 8.16: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF2

Sub-Bacia do Rio Paraopeba

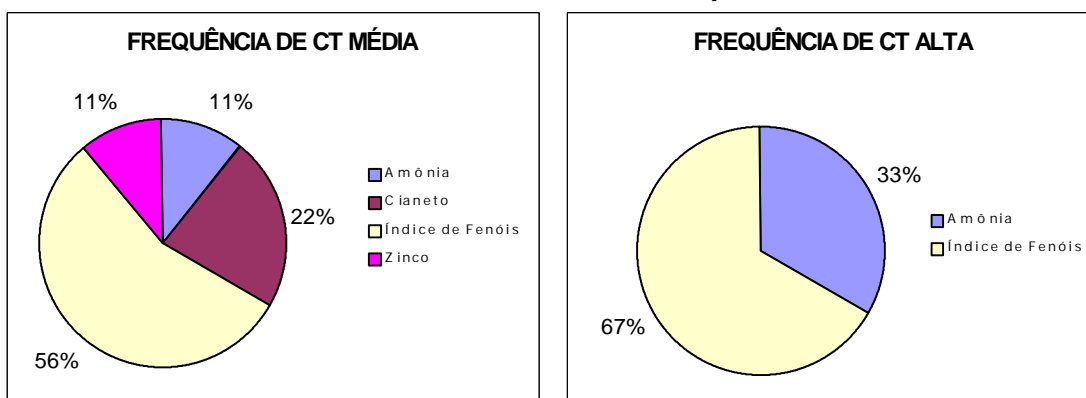


Figura 8.17: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF3

Sub-Bacia do Rio das Velhas

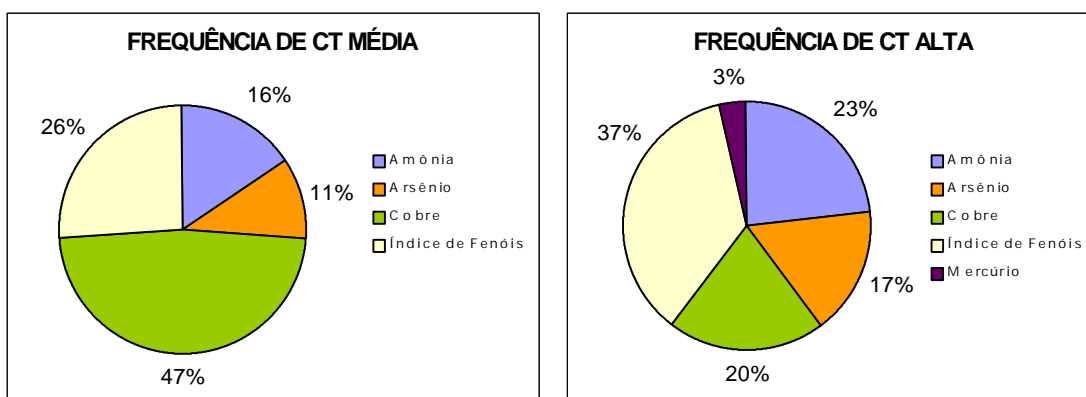


Figura 8.18: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRH SF5

Rio São Francisco - Norte

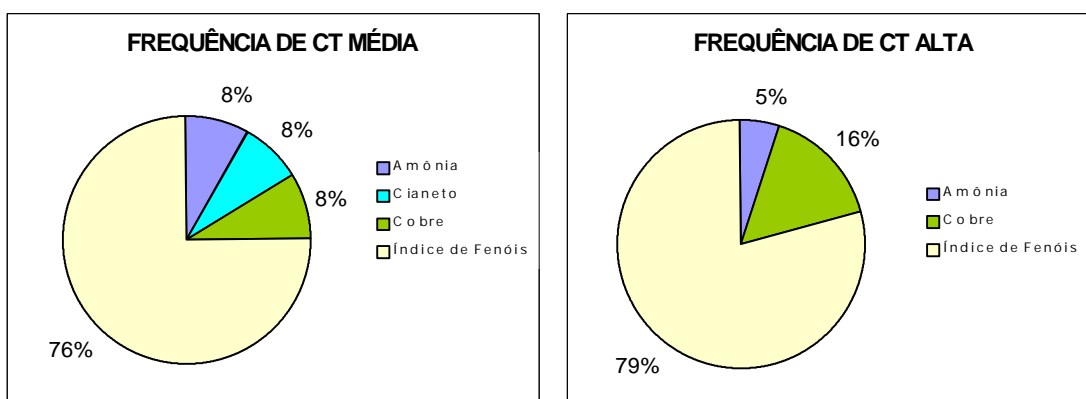


Figura 8.19: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

BACIA DO RIO GRANDE

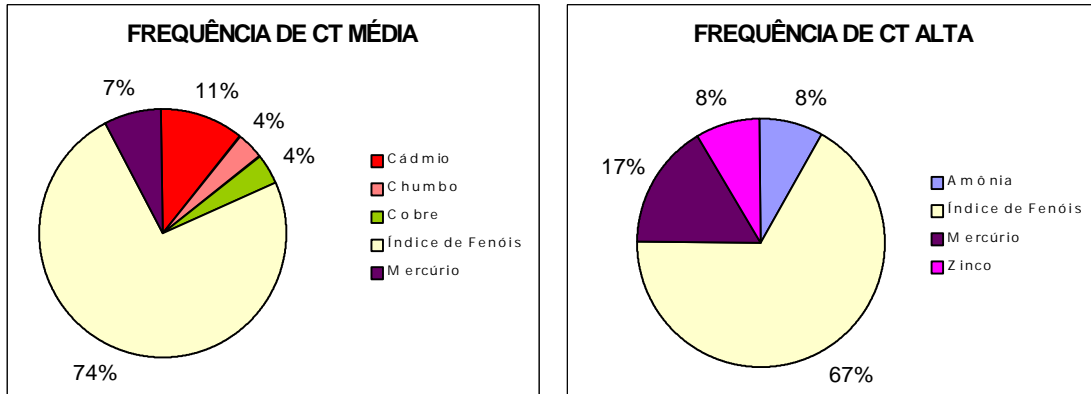


Figura 8.20: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO DOCE

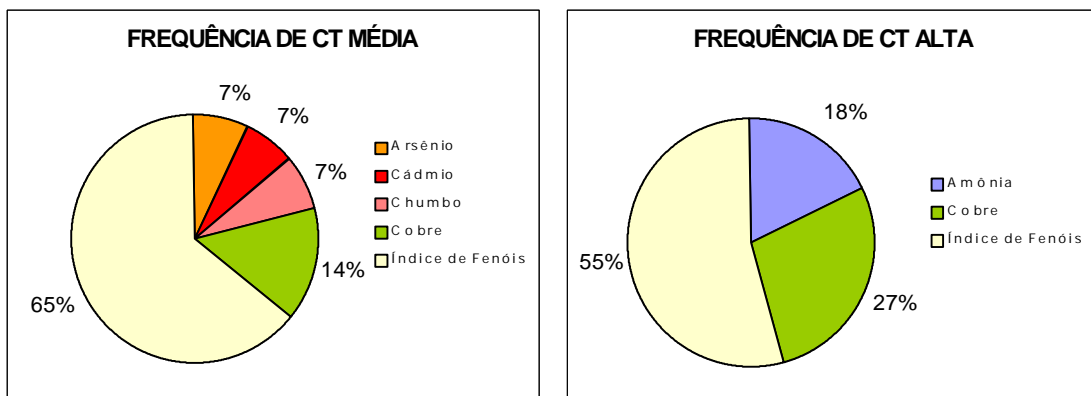


Figura 8.21: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs DO1 a DO5

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

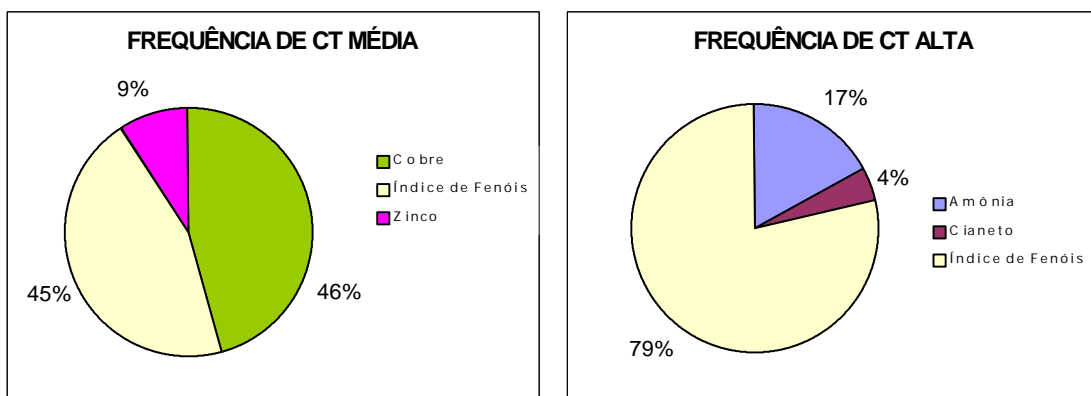


Figura 8.22: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs PS1 e PS2

BACIA DO RIO PARANAÍBA

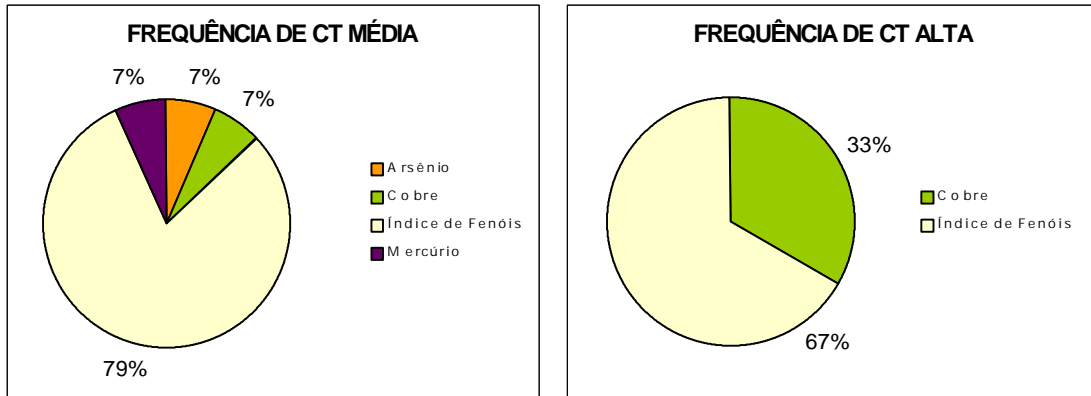


Figura 8.23: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs PN1, PN2 e PN3

BACIAS DOS RIOS JEQUITINHONHA, PARDO E MUCURI

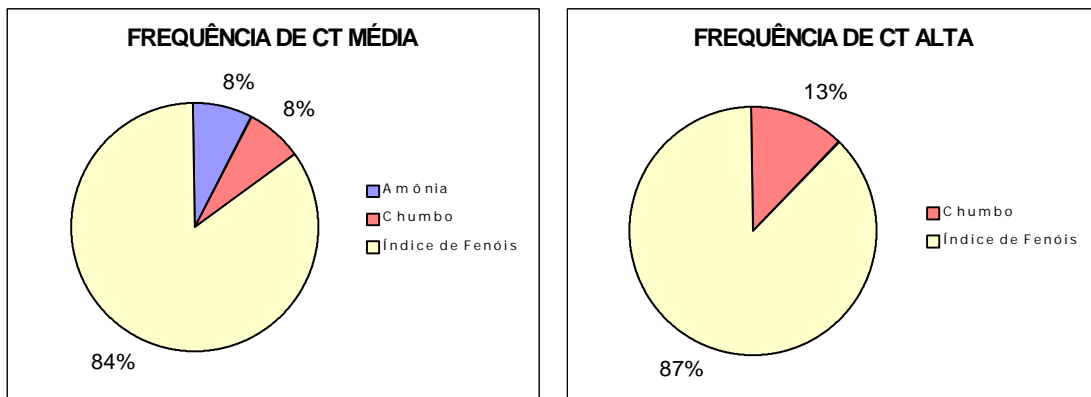


Figura 8.24: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média – UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1

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 desacordo com o limite estabelecido na DN COPAM 10/86. O alumínio teve 96,5% e manganês 34,9% das ocorrências em desacordo com os seus limites de classe de enquadramento. Também merecem menção, em função dos números considerados significativos de não atendimento aos padrões, as espécies ferro solúvel (16,6%) e cobre (4,7%).

O manganês, o ferro e o alumínio são considerados importantes constituintes dos solos (substratos) do estado de Minas Gerais, podendo ser considerados constituintes naturais das águas que drenam o território mineiro. Contudo, a constatação de teores extremamente elevados desses elementos denota a existência de atividades de metalurgia, mineração ou manejo do solo sem os procedimentos adequados para preservação da integridade dos sistemas aquáticos. O cobre é proveniente do manejo incorreto da produção agrícola, decorrente do uso abusivo de defensivos químicos.

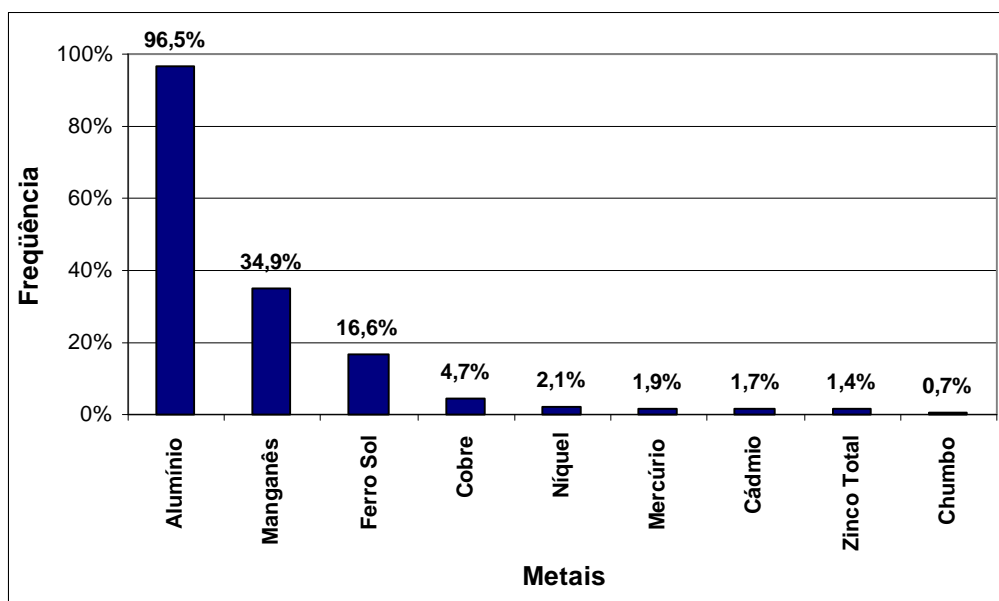


Figura 8.25: Frequência da ocorrência de metais fora dos limites estabelecidos na legislação.

Entre os demais parâmetros que não atenderam ao limite de classe de enquadramento em todo o estado (Figura 8.26), o fosfato total foi o mais presente, com ocorrência em 85,1% das amostras analisadas em 2002, mostrando incremento de 22,9% em relação ao ano 2001. Os coliformes fecais ficaram em segundo lugar, com 55%, enquanto que os coliformes totais, com 46,5%, em terceiro lugar. São ainda significativos os valores de índice de fenóis, cor e turbidez, em desacordo, respectivamente em, 29,7%, 22% e 17,4% das amostras.

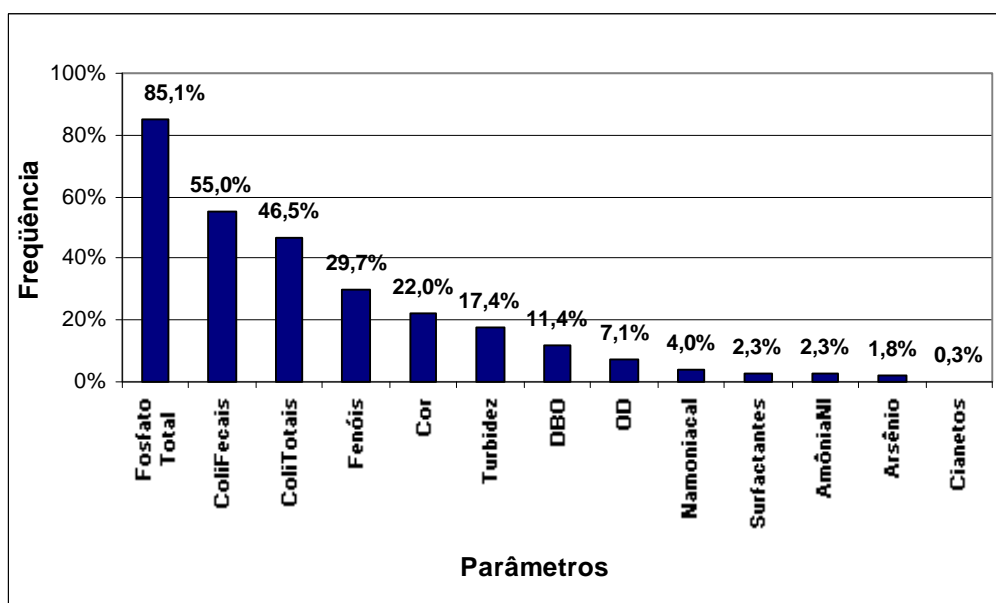


Figura 8.26: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação.

Relativamente ao índice de fenóis, o padrão estabelecido na legislação (0,001 mg/L) coincide com o limite de detecção do método analítico empregado. Apesar disso, foi evidente a relação de teores elevados de índice de fenóis com o lançamento de despejos industriais, especialmente do ramo metalúrgico. Também foi evidente a presença de concentrações muito elevadas de índice de fenóis em trechos situados a jusante de grandes centros urbanos. Isto pode estar associado à presença de substâncias fenólicas em desinfetantes domésticos.

8.3.2. Nas bacias hidrográficas

As Figuras 8.27 a 8.35 mostram os parâmetros que ocorreram fora dos limites de classe de enquadramento. Pode-se observar que, das análises totais realizadas, as determinações de fosfato acima dos limites de classe foram registradas na maioria das bacias hidrográficas, com exceção das bacias dos rios Doce, Grande e Paraíba do Sul, onde o alumínio se destacou em maior quantidade, e em seguida o fosfato total.

A situação indesejada para o fosfato total é atribuída ao limite definido na legislação DN COPAM 10/86, considerado muito restritivo para as condições naturais do estado. Porém há registros de teores críticos decorrentes de lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais em muitos dos cursos d' água monitorados. Diferentemente de 2001, a bacia do rio São Francisco - Sul também apresentou como parâmetro mais desconforme o fosfato total, e em seguida o índice de fenóis.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Rio São Francisco – Sul

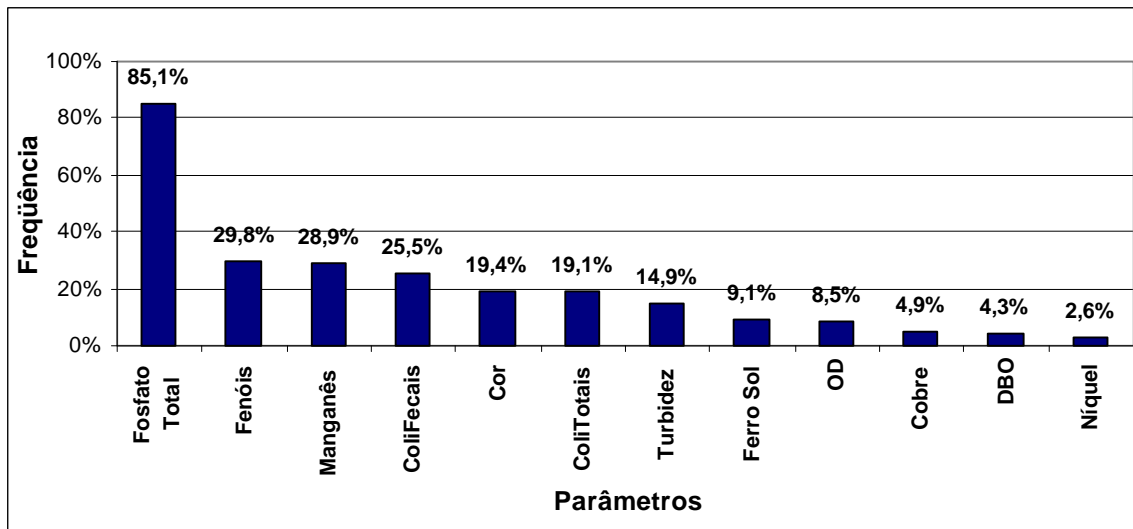


Figura 8.27: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF1 e SF4

Sub-Bacia do Rio Pará

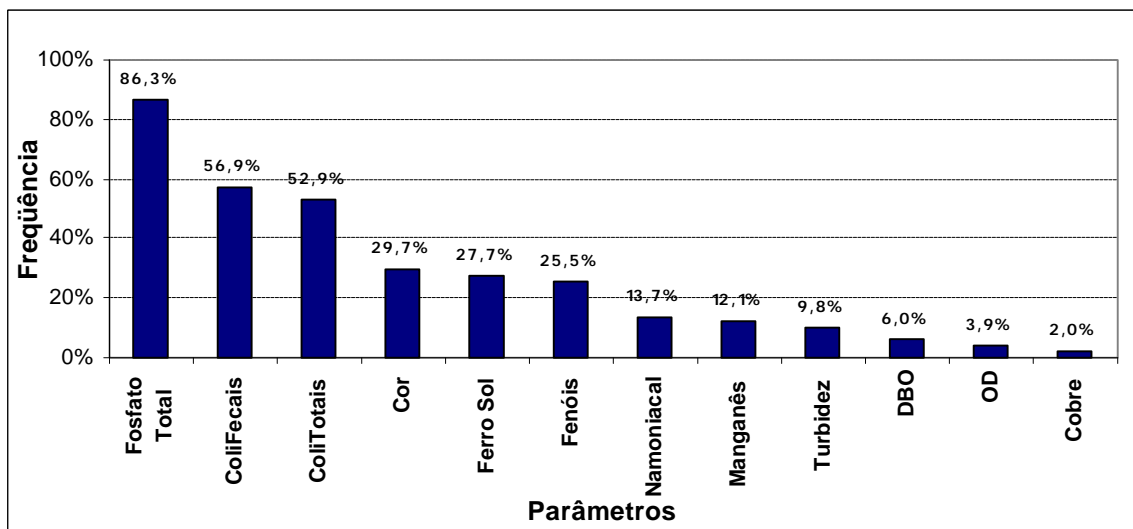


Figura 8.28: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF2

Sub-Bacia do Rio Paraopeba

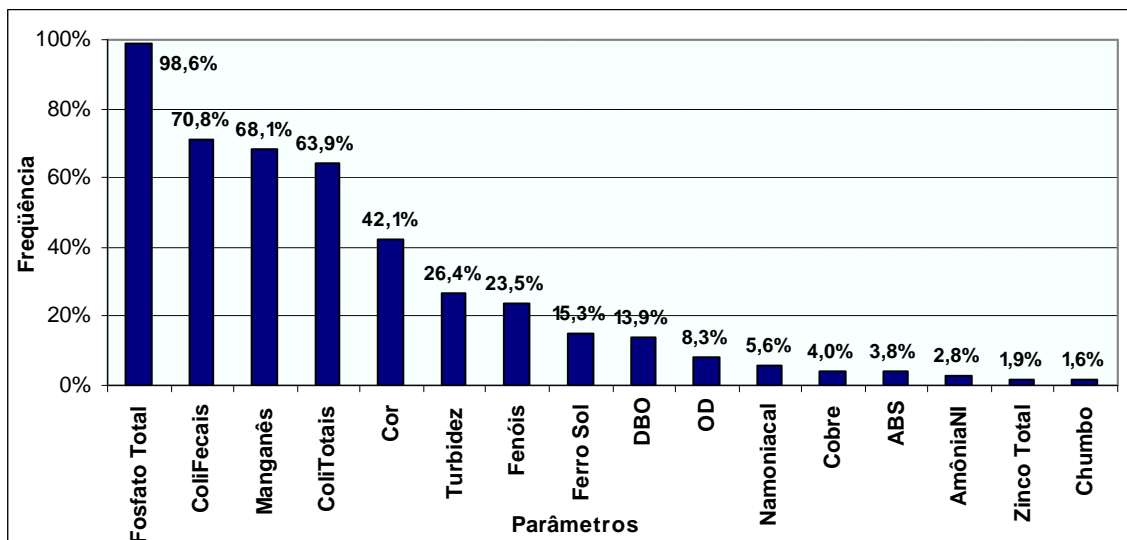


Figura 8.29: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF3

Sub-Bacia do Rio das Velhas

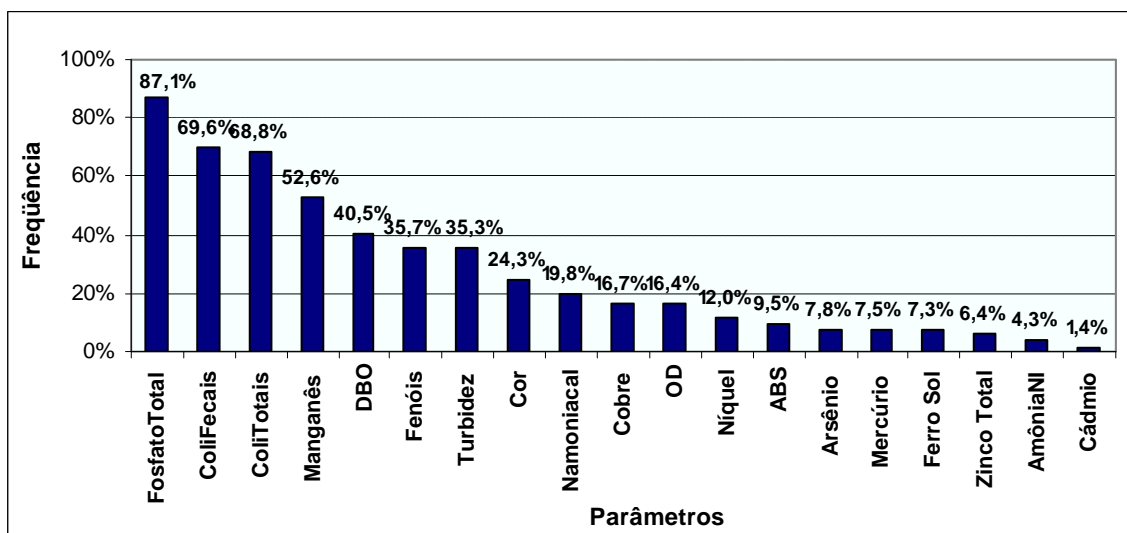


Figura 8.30: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF5

Rio São Francisco – Norte

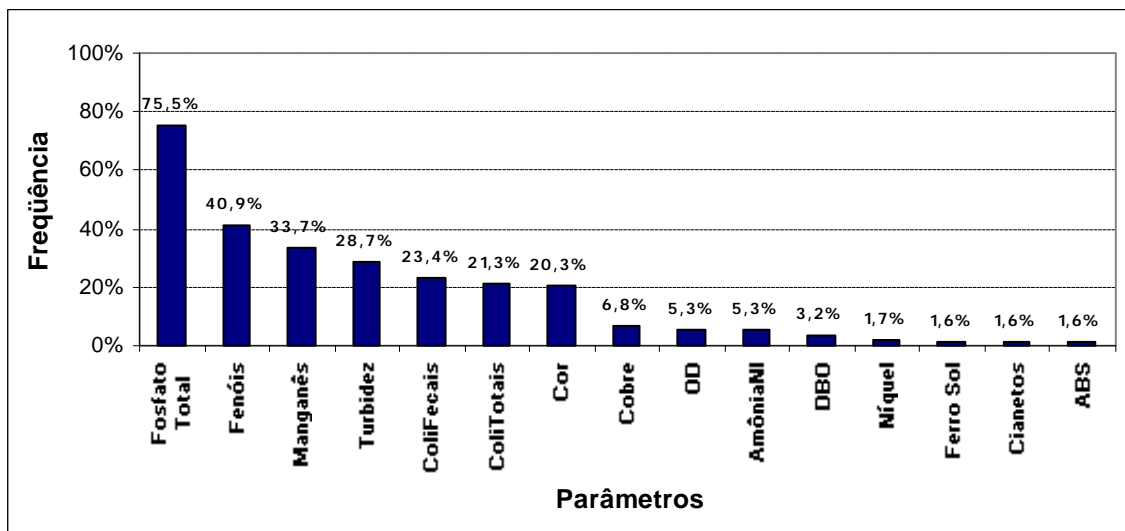


Figura 8.31: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

BACIA DO RIO GRANDE

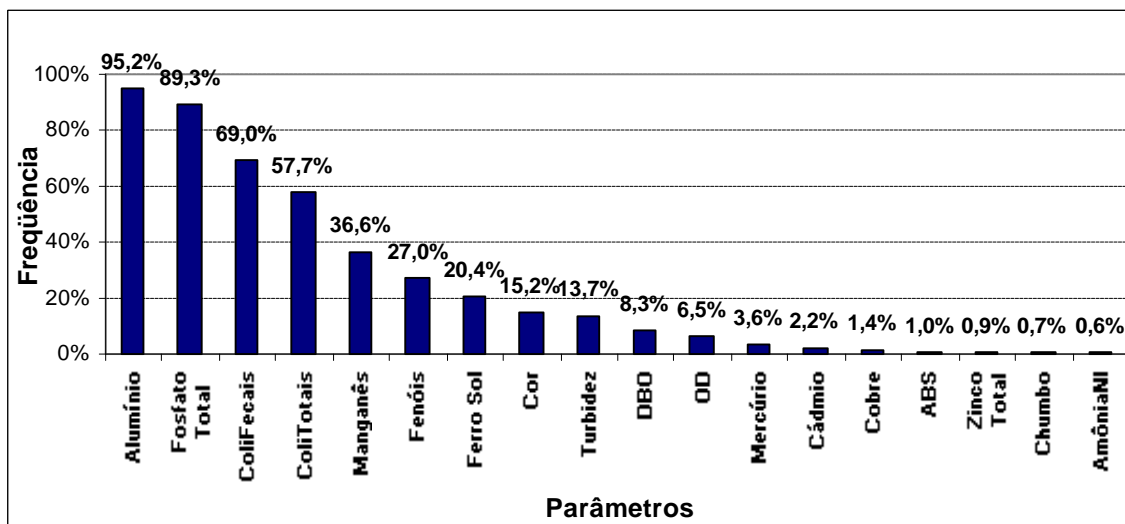


Figura 8.32: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO DOCE

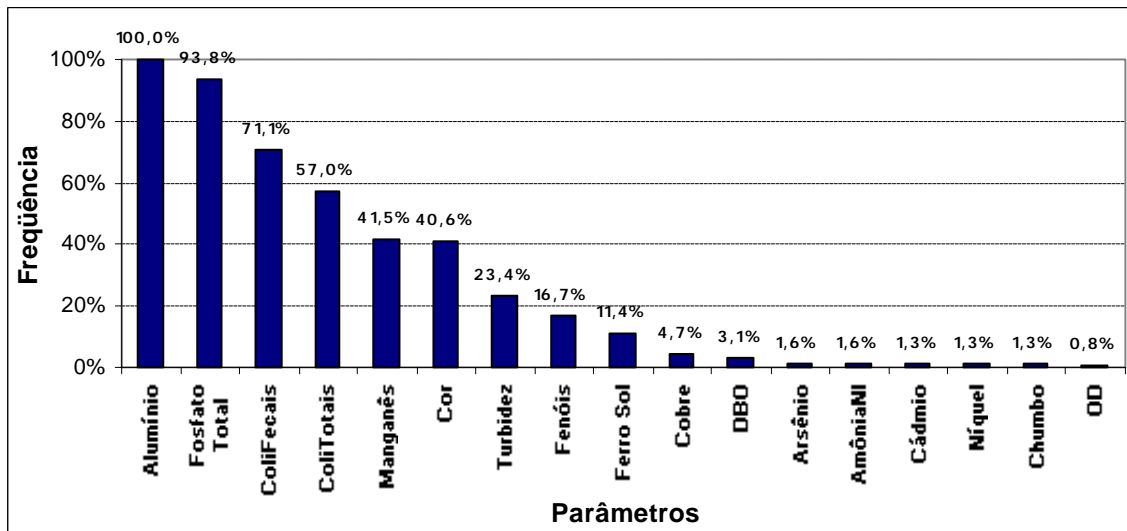


Figura 8.33: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs DO1 a DO5

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

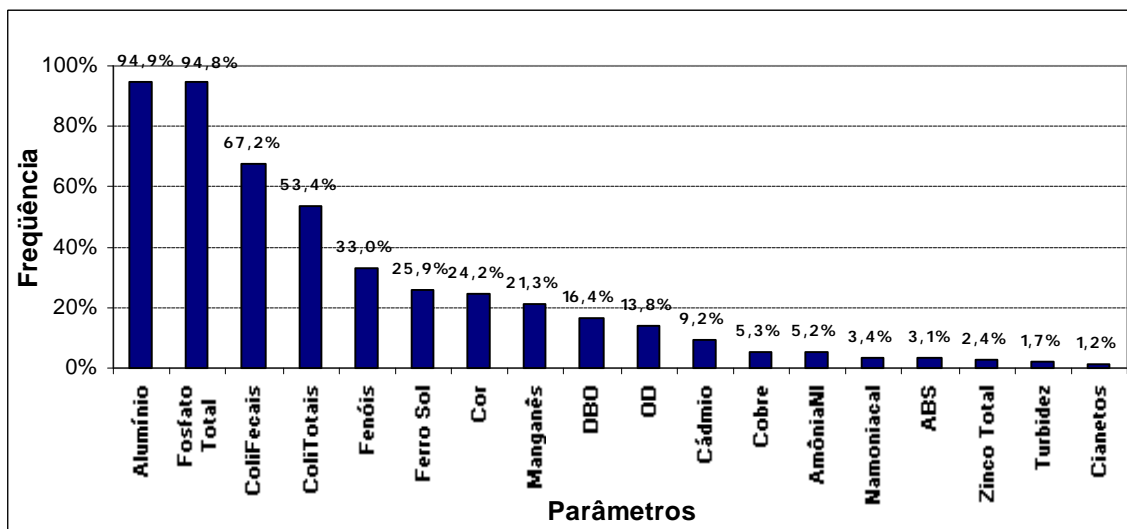


Figura 8.34: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PS1 e PS2

BACIA DO RIO PARANAÍBA

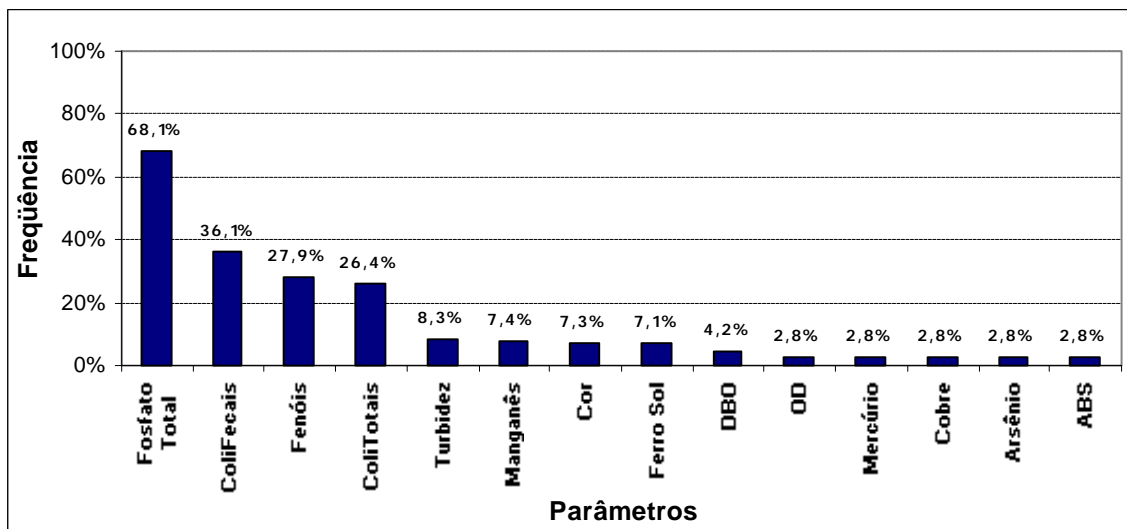


Figura 8.35: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PN1, PN2 e PN3

BACIAS DOS RIOS JEQUITINHONHA, PARDO E MUCURI

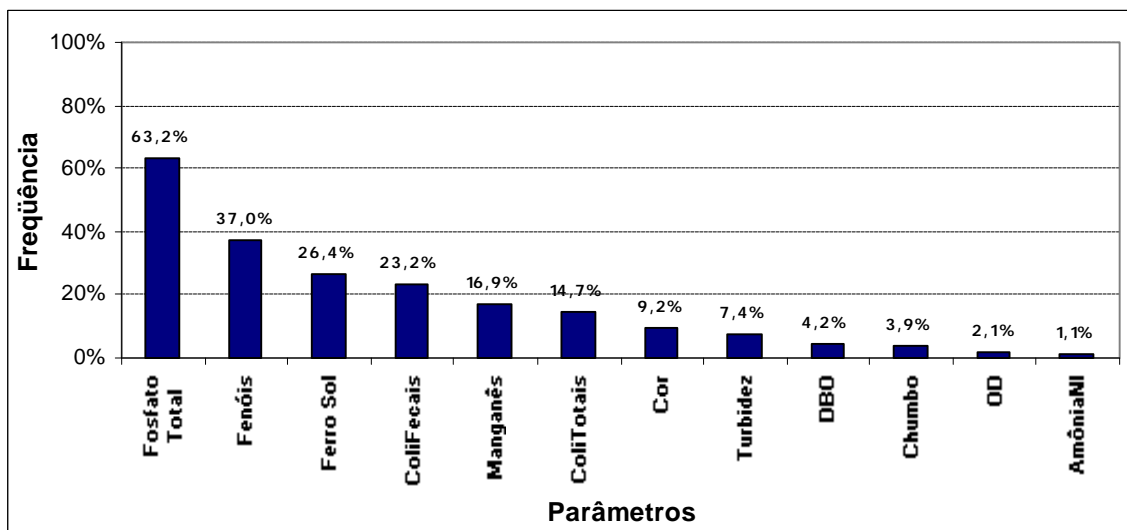


Figura 8.36: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1

8.4. Ensaio de Toxicidade

Durante o ano de 2002 foram realizados 192 (cento e novena e dois) ensaios de toxicidade crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* em 32 estações de amostragem, localizadas nas bacias do rio das Velhas, rio Paraopeba, rio Grande, rio Doce, rio Paraíba do Sul e rio Paranaíba (Tabela 8.1). Foram efetivadas 4 amostragens entre os meses de janeiro a dezembro e observados 25 (vinte e cinco) resultados positivos, incluindo pontos localizados em todas as bacias.

Observando a Tabela 8.1 e analisando o conjunto de dados obtidos por estação de amostragem, percebe-se que:

- 6 (seis) estações (BV153, BV161, BV162, BP072, BP082 e RD045) apresentaram resultados positivos para o ensaio de toxicidade em mais de 2 coletas (50 a 75% das vezes), indicando águas com toxicidade;
- 13 (treze) estações apontaram toxicidade para os organismos-teste de forma esporádica ou acidental (uma vez dentre as 4 análises);
- 13 (treze) estações não apresentaram resultados positivos;
- 7 (sete) estações da bacia do rio as Velhas, 3 (três) do rio Paraopeba, 3 (três) do rio Grande, 3 (três) do Rio Doce, 1 (um) do rio Paraíba do Sul e 2 (duas) do rio Paranaíba mostraram resultados positivos para ecotoxicidade.

Tabela 8.1: Ocorrência de ecotoxicidade crônica, aguda e letalidade por bacia hidrográfica e estação de amostragem em 2002.

BACIA	ESTAÇÃO	CAMPANHAS			
		1ª	2ª	3ª	4ª
Rio das Velhas	BV 013 - Rio das Velhas a montante do Rio Itabira				
	BV 063 - Rio das Velhas a jusante do Rib. Água Suja				
	BV 130 - Rib. da Mata a montante do Rio das Velhas				
	BV 135 - Rio Taquaraçu a montante da foz do Rio das Velhas				
	BV 141 - Rio das Velhas em Santana do Pirapama				
	BV 142 - Rio das Velhas a montante do Rio Paraúna				
	BV 146 - Rio das Velhas a jusante do Rio Pardo				
	BV 153 - Rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata				
	BV 156 - Rio das Velhas a montante do Rio Jabuticabas				
	BV 161 - Rib. Santo Antônio a montante do Rio das Velhas				
	BV 162 - Rio Cipó a montante do Rio Paraúna				
	BV 139 - Rio das Velhas a montante da ETA de Bela Fama				
Rio Paraopeba	BP 068 - Rio Paraopeba no Fecho do Funil				
	BP 072 - Rio Paraopeba a jusante do Rio Betim				
	BP 076 - Ribeirão dos Macacos a montante do Rio Paraopeba				
	BP 082 - Rio Paraopeba em Cachoeirinha				
	BP 083 - Rio Paraopeba a jusante do Rib. dos Macacos				
Rio Grande	BG 010 - Rib. Caieiro próximo de sua foz no Rio das Mortes				
	BG 012 - Rio das Mortes a montante da foz do Rib. Caieiro				
	BG 013 - Rio das Mortes a jusante da cidade de Barroso				
	BG 027 - Rio Verde a jusante da confluência com Rio Capivari				
	BG 037 - Rio Verde a jusante da cidade de Varginha				
	BG 051 - Rio Grande a jusante do Reservatório de Furnas				
	BG 057 - Rio Gameleira a montante do Res. de Volta Grande				
Rio Doce	RD 027 - Rio Santa Bárbara em Santa Rita das Pacas				
	RD 034 - Rio Piracicaba a jusante de Coronel Fabriciano				
	RD 045 - Rio Doce a jusante da cidade de Governador Valadares				
Rio Paraíba do Sul	BS 032 - Rio Paraibuna a montante do Rio Paraíba do Sul				
	BS 002 - Rio Paraibuna a jusante da localidade de Chapéu d'Uvas				
Rio Paranaíba	PB 005 - Rio Paranaíba a montante do Res. de Emborcação				
	PB 022 - Rio Uberabinha a montante da cidade de Uberlândia				
	PB 023 - Rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia				
Total geral					

	Toxicidade Crônica
	Toxicidade Aguda
	Aguda com letalidade em 24 horas
	Aguda com letalidade em 48 horas

Na Figura 8.37 estão apresentados os meses em que foram detectados os efeitos tóxicos nas águas coletadas. A análise sazonal dos resultados positivos para os organismos-teste evidenciou que:

- Entre os meses de fevereiro e abril concentram-se os resultados agudos;
- Entre maio e agosto, concentram-se os resultados crônicos;
- Os meses de maio e agosto foram os mais críticos, apresentando o maior número de estações com águas tóxicas.

Conclui-se então que há uma sazonalidade para o tipo de efeito provocado nos organismos-teste, quando nos meses mais secos, o efeito é crônico e nos de chuva é agudo. Este fato está relacionado ao arraste de substâncias tóxicas para as águas dos rios no período de maior pluviosidade.

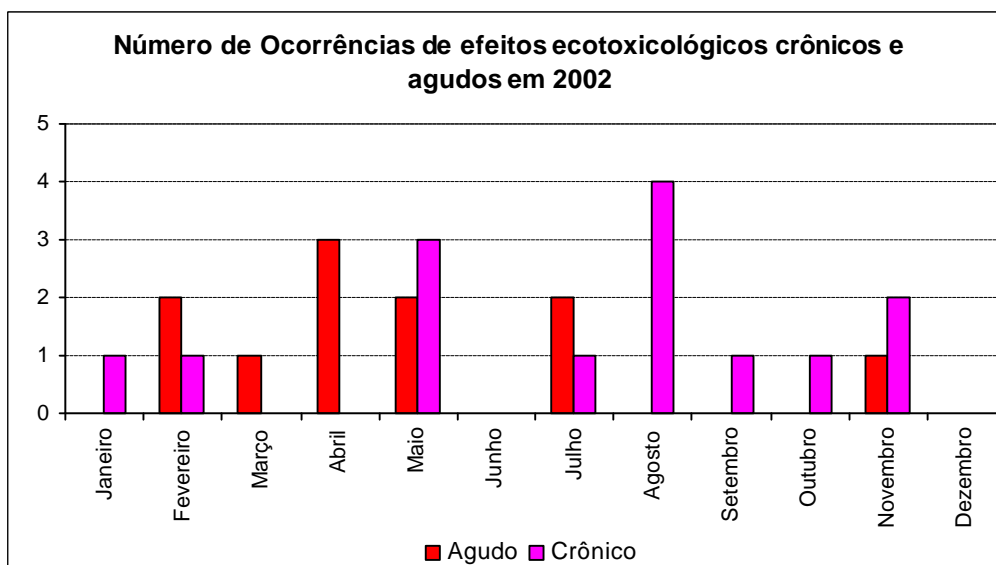


Figura 8.37: Número de ocorrências de efeitos ecotoxicológicos crônicos e agudos no decorrer do ano de 2002.

8.5. Mortandade de Peixes

No Anexo F 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 2002.

As ocorrências de mortandade de peixes notificadas pela Polícia Militar de M.G – PMMG - GPFlo, entre os anos de 1996 e 2001, totalizaram em 102 casos, distribuídos nas principais bacias hidrográficas do Estado. Como na maioria dos casos não ficou comprovado tecnicamente o agente causador.

O Anexo E apresenta as “causas prováveis;” isto é, o suspeito apurado, conforme relatado no B.O. Dentre as causas prováveis, os despejos de origem industrial (39%) e sanitária (6%), somam 58% das causas. Os despejos relativos aos insumos utilizados na agricultura causaram 18% das ocorrências. Estes principais agentes das ocorrências de mortandade de peixes estão representados na Figura 8.38.

Com relação às mortandades “sem suspeita” (14%), estão incluídos os casos em que não foram relatados e/ou apurados nenhum tipo de agente com possibilidade de causar a mortandade. Dentre os listados como “outros” (10%), estão aqueles causados por efluentes da mineração, operação de reservatórios, descarga de E.T.A.s, pesca predatória, etc.

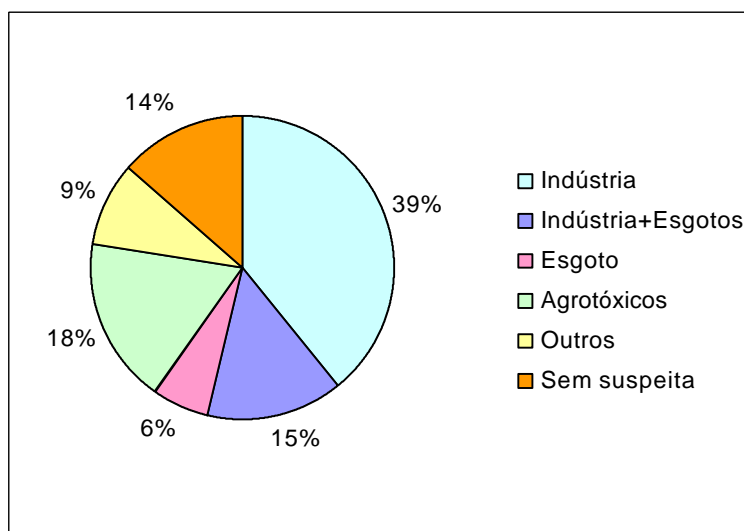


Figura 8.38: Percentual de ocorrências de mortandade de peixes de acordo com as causas prováveis no período de 1996 a 2001.

A bacia do rio São Francisco – que possui a maior extensão no estado – mostrou o maior número de casos de mortandade de peixes (47), enquanto que a bacia do rio Grande ficou em 2º lugar, com 30% das ocorrências (Figura 8.39). Estas duas bacias contemplaram 69% dos casos de mortandade entre os 6 anos apurados. As bacias do rio Doce, Paranaíba e Paraíba do Sul apresentaram percentuais de 11%, 4% e 10%, respectivamente. As menores ocorrências durante o período foram nas bacias do rio Jequitinhonha (2%) e Mucuri (4%).

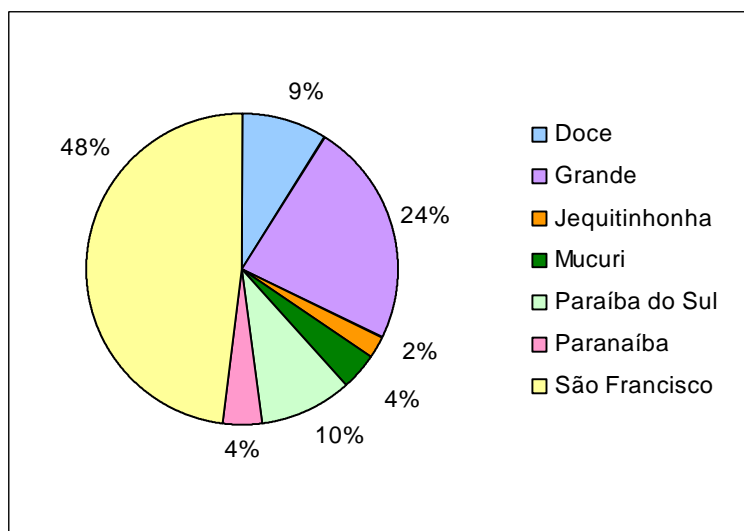


Figura 8.39: Percentual de ocorrências de mortandade de peixes por bacia hidrográfica no período de 1996 a 2001.

As ocorrências de mortandade de peixes apuradas pela FEAM (Relatório Técnico, 2003) nos rios de MG, em 2002, notificaram 27 casos e apontaram os maiores números de eventos nas bacias do rio São Francisco, Paraíba do Sul e Grande (Figura 8.40).

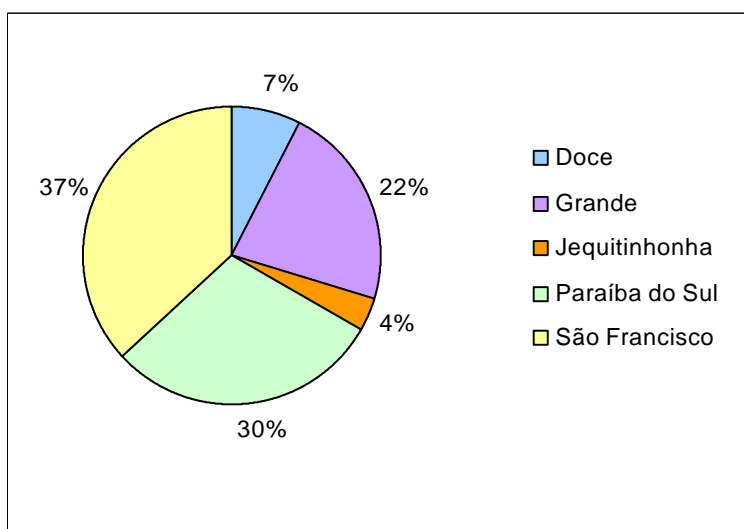


Figura 8.40: Percentual de ocorrências de mortandade de peixes por bacia hidrográfica em 2002.

Nota-se que, ao longo dos meses do ano 2002, ocorreram casos isolados de mortandade de peixes nas diferentes bacias hidrográficas. Em outubro, período em que geralmente inicia-se o período chuvoso, ocorreu o maior número de eventos (Figura 8.41). Esta é uma constatação que indica como o uso inadequado dos solos da bacia provoca o carreamento de substâncias nocivas à biota dos ambientes aquáticos, agravado durante as primeiras chuvas do ano.

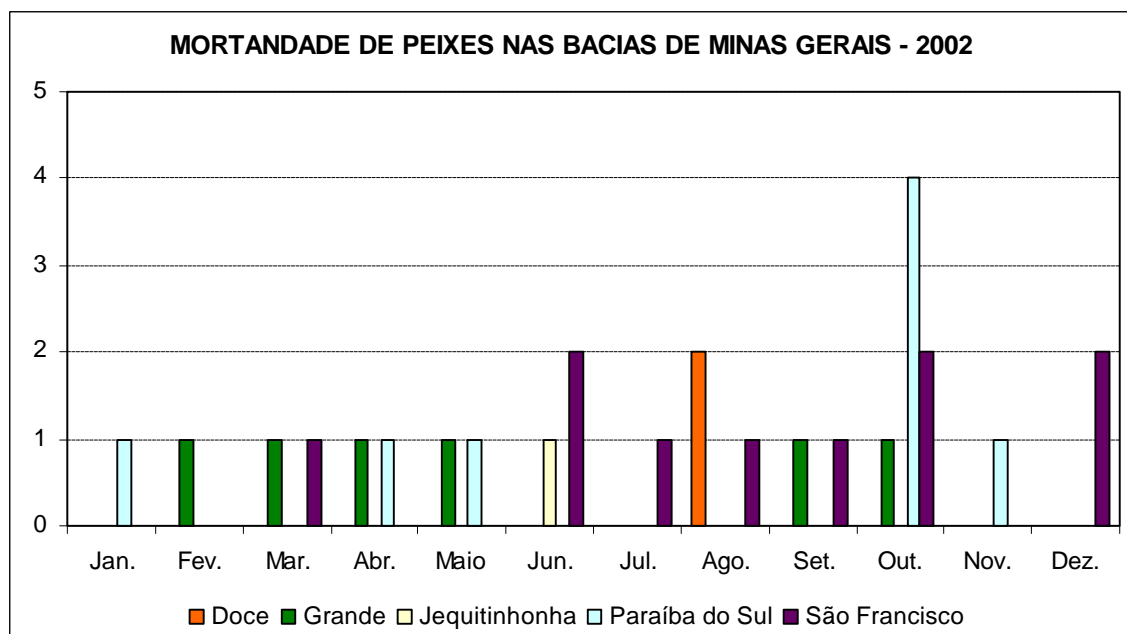


Figura 8.41: Número de ocorrências de mortandade de peixes registradas nas bacias hidrográficas de Minas Gerais em 2002.

A análise das ocorrências de mortandade de peixes no estado de Minas Gerais nos últimos 7 (sete) anos mostraram que os efluentes industriais e domésticos, são os principais causadores da degradação da qualidade da água. As bacias do rio São Francisco, rio Grande, rio Doce e do rio Paraíba do Sul apontaram o maior comprometimento das ações antrópicas sobre os cursos d'água.

As ocorrências de mortandade de peixes apuradas pela FEAM nos rios de MG em 2002 mostraram que os maiores números de eventos ocorreram nas bacias do rio São Francisco, rio Paraíba do Sul e rio Grande, predominantemente nos meses mais secos, entre julho e outubro. Registraram-se picos no mês de outubro, período este em que acontecem as primeiras chuvas no estado.

8.6. A Situação Atual das Outorgas em Minas Gerais

A Tabela 8.2 mostra as vazões outorgadas por uso e por bacia hidrográfica para o Estado de Minas Gerais no ano de 2002. A Tabela 8.3 mostra o percentual de vazão em relação ao total outorgado na bacia hidrográfica considerada.

Tabela 8.2: Vazões outorgadas em Minas Gerais no ano de 2002.

Bacia	Tipo de uso	Uso (m³/s)				Total
		Abastecimento	Industrial ¹	Irrigação	Outros ²	
Rio Doce	Superficial	0,429	0,968	0,298	0,034	1,729
	Subterrânea	0,019	0,582	0,006	0,175	0,782
	Total	0,448	1,550	0,304	0,209	2,511
Rio Paranaíba	Superficial	0,083	0,055	4,835	0,121	5,094
	Subterrânea	0,002	0,053	0,171	0,103	0,329
	Total	0,085	0,108	5,006	0,224	5,423
Rio Paraíba do Sul	Superficial	1,112	0,172	0,003	0,017	1,304
	Subterrânea	0,000	0,021	0,000	0,007	0,028
	Total	1,112	0,193	0,003	0,024	1,332
Rio Grande	Superficial	0,477	0,263	1,726	0,088	2,554
	Subterrânea	0,025	0,056	0,000	0,199	0,280
	Total	0,502	0,319	1,726	0,287	2,834
Rio Jequitinhonha	Superficial	0,204	0,026	0,632	0,033	0,895
	Subterrânea	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002
	Total	0,206	0,026	0,632	0,033	0,897
Rio Pardo	Superficial	0,030	0,000	0,000	0,001	0,031
	Subterrânea	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Total	0,030	0,000	0,000	0,001	0,031
Rio Mucuri	Superficial	0,000	0,000	0,000	0,017	0,017
	Subterrânea	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Total	0,000	0,000	0,000	0,017	0,017
Rio Paraopeba	Superficial	0,100	0,035	0,318	0,091	0,544
	Subterrânea	0,016	0,065	0,000	0,082	0,163
	Total	0,116	0,100	0,318	0,173	0,707
Rio Pará	Superficial	0,004	0,082	0,138	0,008	0,232
	Subterrânea	0,000	0,016	0,000	0,016	0,032
	Total	0,004	0,098	0,138	0,024	0,264
Rio das Velhas	Superficial	0,000	0,289	0,578	0,042	0,909
	Subterrânea	0,130	0,106	0,001	0,073	0,310
	Total	0,130	0,395	0,579	0,115	1,219
Rio São Francisco - Norte	Superficial	0,000	0,048	6,893	0,026	6,967
	Subterrânea	0,117	0,020	0,056	0,063	0,256
	Total	0,117	0,068	6,949	0,089	7,223
Rio São Francisco - Sul	Superficial	0,056	0,046	0,345	0,044	0,491
	Subterrânea	0,000	0,000	0,041	0,024	0,065
	Total	0,056	0,046	0,386	0,068	0,556
TOTAL	Superficial	2,495	1,984	15,766	0,522	20,767
	Subterrânea	0,311	0,919	0,275	0,742	2,247
	Total	2,806	2,903	16,041	1,264	23,014

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.

Verifica-se no Estado uma preponderância de uso de recursos hídricos para a irrigação, com exceção à bacia do Rio Doce, onde há um grande número de indústrias, sobretudo mineração.

A irrigação consome cerca de 70% da água outorgada pelo IGAM. Daí a necessidade de se estabelecer planos e projetos para esses empreendimentos visando à diminuição das perdas e o aumento da eficiência dos sistemas de irrigação.

O sistema de irrigação mais utilizado no Estado é o pivô central. Tal sistema consome em média 1,0 l/s.ha, enquanto a irrigação por gotejamento consome uma vazão média de 0,5 l/s.ha. Técnicas como esta podem diminuir sensivelmente a demanda por água em regiões de conflito como o oeste mineiro.

Como pode ser observado na Tabela 8.3, a parte noroeste de Minas Gerais é responsável por mais de 50% da vazão outorgada em 2002. Essa região é a que mais possui outorgas e é a que mais tem demanda pelo uso da água.

A região nordeste é a que menos possui outorgas. Neste caso não é a demanda que é pequena e sim a disponibilidade hídrica.

A partir dos dados de 2002 pode-se fazer um retrato da situação de Minas Gerais. Verificam-se 3 cenários no Estado, a saber:

- Regiões oeste e noroeste – boa disponibilidade hídrica e alto consumo de água. Assim, vislumbra-se uma situação de conflito em várias partes da região;
- Regiões norte e nordeste – baixa disponibilidade hídrica e razoável demanda por água. Neste caso, não há grande consumo pois não há água para tal.
- Regiões sul e sudeste – alta disponibilidade hídrica e boa demanda por água. Neste caso não há conflito pelo uso da água.

Tabela 8.3: Porcentagem de uso em Minas Gerais em 2002.

Bacia	Tipo de uso	Uso (%)				Total	Em relação ao Estado
		Abastecimento	Industrial ¹	Irrigação	Outros ²		
Rio Doce	Sup	17,1%	38,6%	11,9%	1,4%	68,9%	10,9%
	Subt	0,8%	23,2%	0,2%	7,0%	31,1%	
	Total	17,8%	61,7%	12,1%	8,3%	100,0%	
Rio Paranaíba	Sup	1,5%	1,0%	89,2%	2,2%	93,9%	23,6%
	Subt	0,0%	1,0%	3,2%	1,9%	6,1%	
	Total	1,6%	2,0%	92,3%	4,1%	100,0%	
Rio Paraíba do Sul	Sup	83,5%	12,9%	0,2%	1,3%	97,9%	5,8%
	Subt	0,0%	1,6%	0,0%	0,5%	2,1%	
	Total	83,5%	14,5%	0,2%	1,8%	100,0%	
Rio Grande	Sup	16,8%	9,3%	60,9%	3,1%	90,1%	12,3%
	Subt	0,9%	2,0%	0,0%	7,0%	9,9%	
	Total	17,7%	11,3%	60,9%	10,1%	100,0%	
Rio Jequitinhonha	Sup	22,7%	2,9%	70,5%	3,7%	99,8%	3,9%
	Subt	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	
	Total	23,0%	2,9%	70,5%	3,7%	100,0%	
Rio Pardo	Sup	96,8%	0,0%	0,0%	3,2%	100,0%	0,1%
	Subt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	Total	96,8%	0,0%	0,0%	3,2%	100,0%	
Rio Mucuri	Sup	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,1%
	Subt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	Total	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	
Rio Paraopeba	Sup	14,1%	5,0%	45,0%	12,9%	76,9%	3,1%
	Subt	2,3%	9,2%	0,0%	11,6%	23,1%	
	Total	16,4%	14,1%	45,0%	24,5%	100,0%	
Rio Pará	Sup	1,5%	31,1%	52,3%	3,0%	87,9%	1,1%
	Subt	0,0%	6,1%	0,0%	6,1%	12,1%	
	Total	1,5%	37,1%	52,3%	9,1%	100,0%	
Rio das Velhas	Sup	0,0%	23,7%	47,4%	3,4%	74,6%	5,3%
	Subt	10,7%	8,7%	0,1%	6,0%	25,4%	
	Total	10,7%	32,4%	47,5%	9,4%	100,0%	
Rio São Francisco - Norte	Sup	0,0%	0,7%	95,4%	0,4%	96,5%	31,4%
	Subt	1,6%	0,3%	0,8%	0,9%	3,5%	
	Total	1,6%	0,9%	96,2%	1,2%	100,0%	
Rio São Francisco - Sul	Sup	10,1%	8,3%	62,1%	7,9%	88,3%	2,4%
	Subt	0,0%	0,0%	7,4%	4,3%	11,7%	
	Total	10,1%	8,3%	69,4%	12,2%	100,0%	
TOTAL	Sup	10,8%	8,6%	68,5%	2,3%	90,2%	100,0%
	Subt	1,4%	4,0%	1,2%	3,2%	9,8%	
	Total	12,2%	12,6%	69,7%	5,5%	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.

Em relação ao número de outorgas dadas em 2002 observase o mesmo padrão das vazões outorgadas. A Tabela 8.4 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.

Tabela 8.4: Número de outorgas em 2002 por bacia.

Bacia	Outorgas em 2002	
	nº de outorgas	% sobre o total
Rio Doce	102	8,5%
Rio Paranaíba	305	25,3%
Rio Paraíba do Sul	38	3,1%
Rio Grande	257	21,3%
Rio Jequitinhonha	59	4,9%
Rio Pardo	2	0,2%
Rio Mucuri	4	0,3%
Rio Paraopeba	84	7,0%
Rio Pará	58	4,8%
Rio das Velhas	126	10,4%
Rio São Francisco - Norte	111	9,2%
Rio São Francisco - Sul	61	5,1%
TOTAL	1207	100,0%

Outro fato importante a se observar é que o número de outorgas vem crescendo ano a ano conforme mostrado na Figura 8.42. Isso evidencia a maior preocupação dos usuários quanto à regulamentação do seu uso nos órgãos competentes.

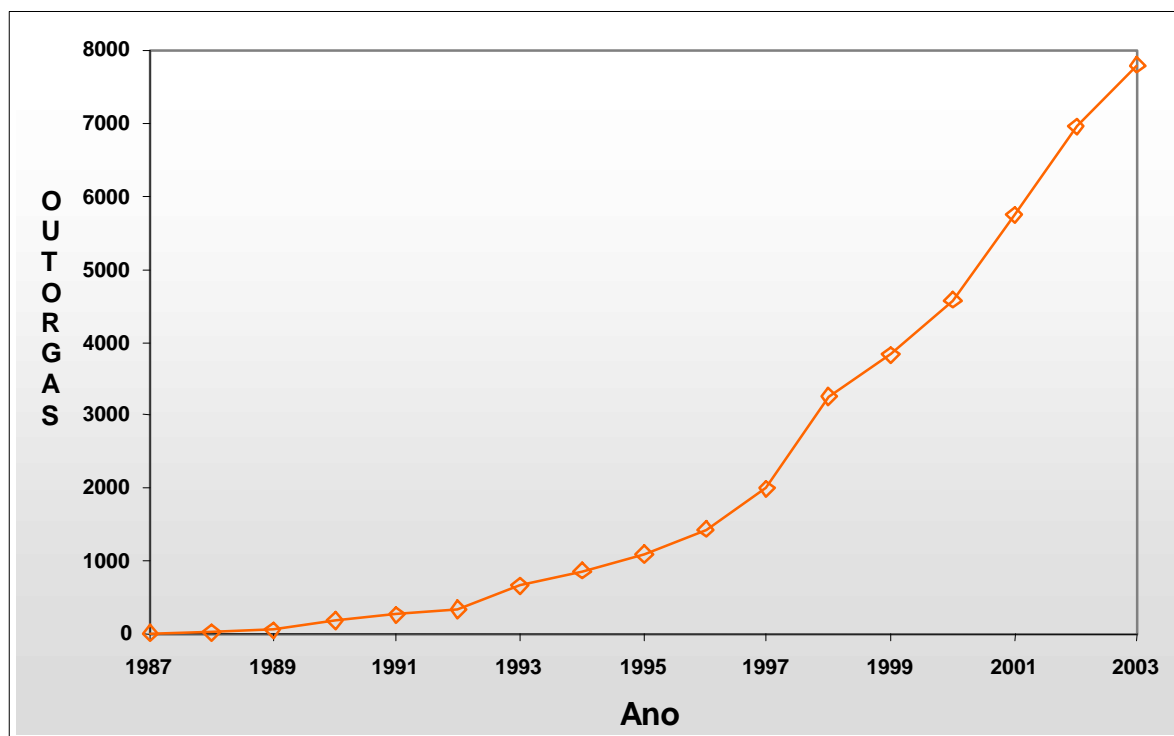


Figura 8.42: Evolução das outorgas ano a ano.

9. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA DO RIO PARDO

Caracterização Geral da Bacia

Área de Drenagem	12.700	km ²
Municípios com sede na bacia	11	municípios
População (IBGE, 2000)	45.847	Urbana
	63.502	Rural
Outorgas Superficiais 2001	0,0642	m ³ /s
Outorgas Subterrâneas 2001	17,7	m ³ /h

Principais Constituintes

Rio Muquém, Rio Pardinho, Rio Pardo e Rio São João do Paraíso

Usos do Solo

As atividades agrícola, pecuária e florestal está presente em toda bacia do Rio Pardo. No alto do Rio Pardo identifica-se a silvicultura e no médio curso a Horticultura.

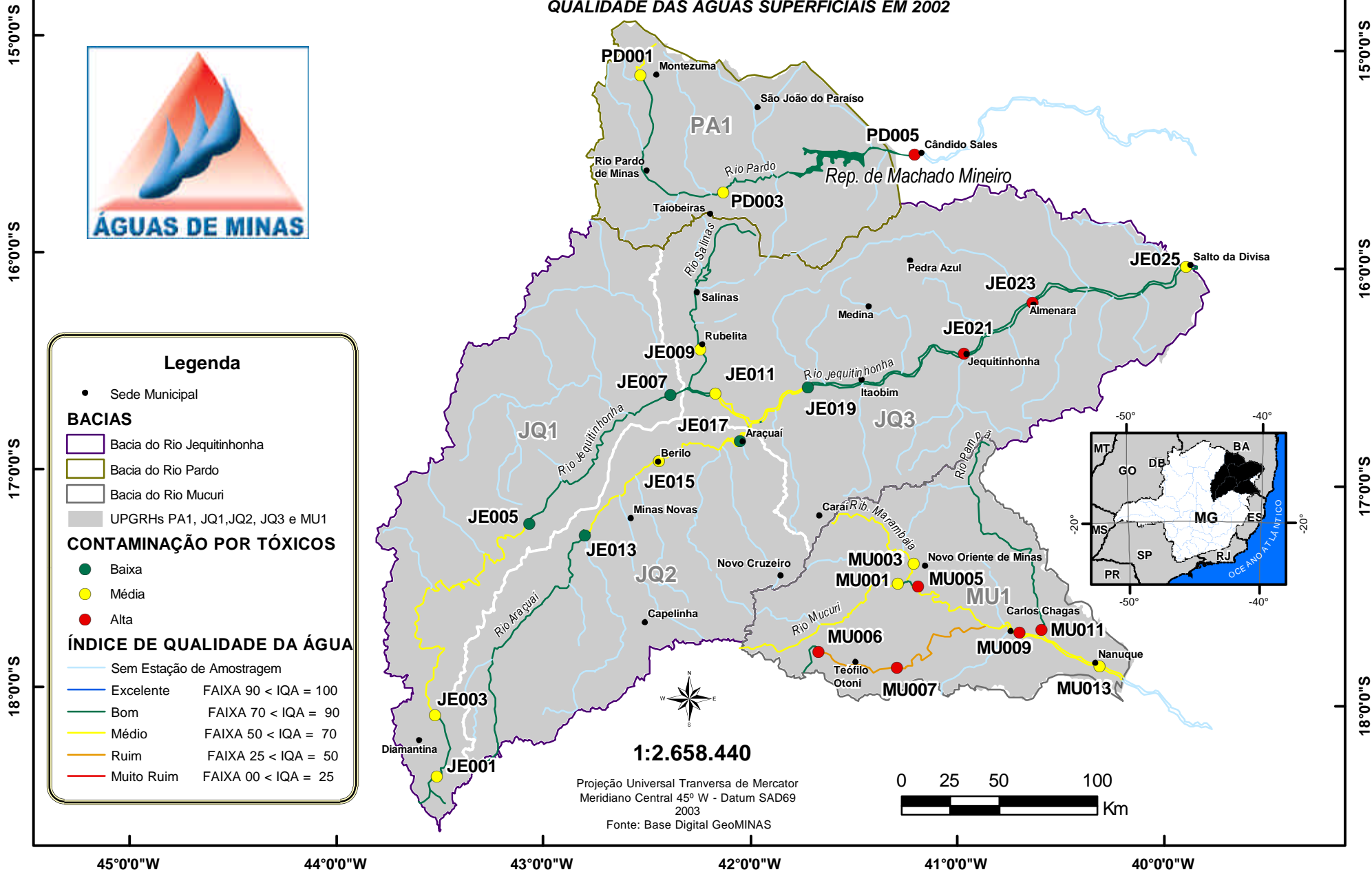
Usos da Água

Abastecimento doméstico, dessedentação de animais, irrigação, pesca e recreação de contato primário.

45°0'0"W 44°0'0"W 43°0'0"W 42°0'0"W 41°0'0"W 40°0'0"W

Mapa 9.1 - BÁCIAS DO RIOS PARDO, JEQUITINHONHA E MUCURI - UPGRHs PA1, JQ1, JQ2, JQ3 E MU1

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2002



Legenda

- Sede Municipal

BACIAS

- Bacia do Rio Jequitinhonha
- Bacia do Rio Pardo
- Bacia do Rio Mucuri
- UPGRHs PA1, JQ1, JQ2, JQ3 e MU1

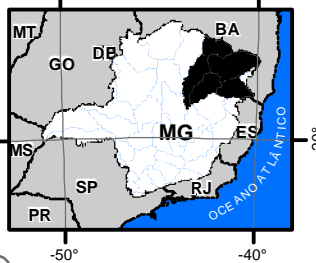
CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS

- Baixa
- Média
- Alta

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

1:2.658.440
 Projeção Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central 45° W - Datum SAD69
 2003
 Fonte: Base Digital GeoMINAS



15°0'0"S
16°0'0"S
17°0'0"S
18°0'0"S

15°0'0"S
16°0'0"S
17°0'0"S
18°0'0"S

45°0'0"W 44°0'0"W 43°0'0"W 42°0'0"W 41°0'0"W 40°0'0"W

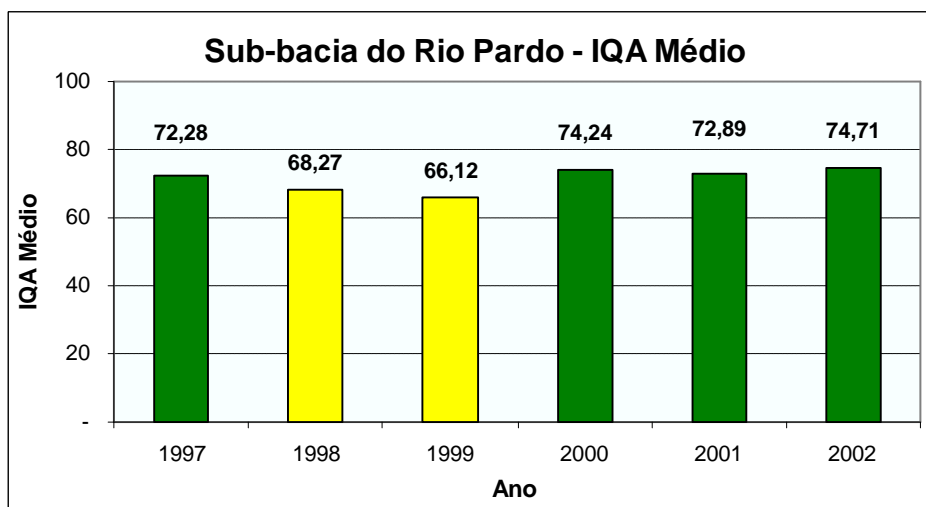


Figura 9.1: Evolução Temporal do IQA Médio na Bacia do Rio Pardo.

10. CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2002

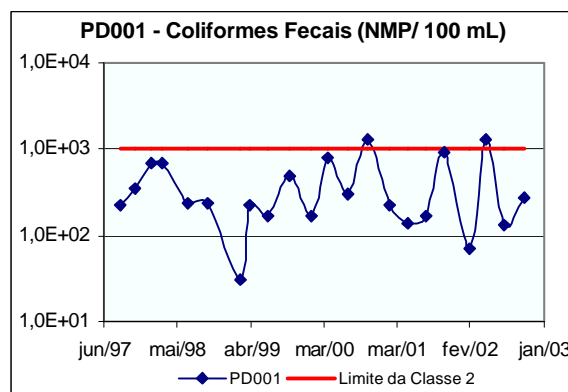
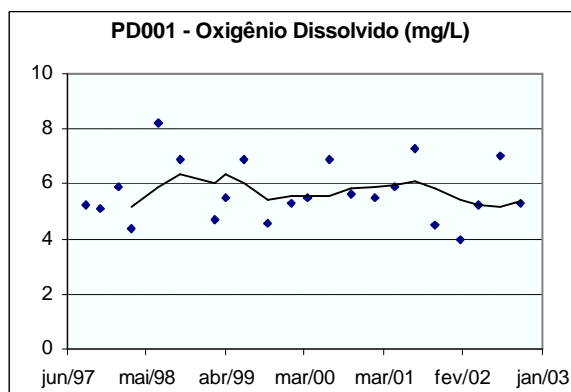
Rio Pardo

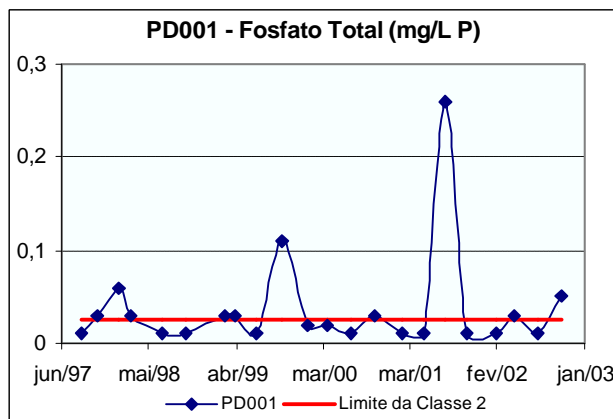
UPGRH PA1

Estações de Amostragem: PD001, PD003 e PD005

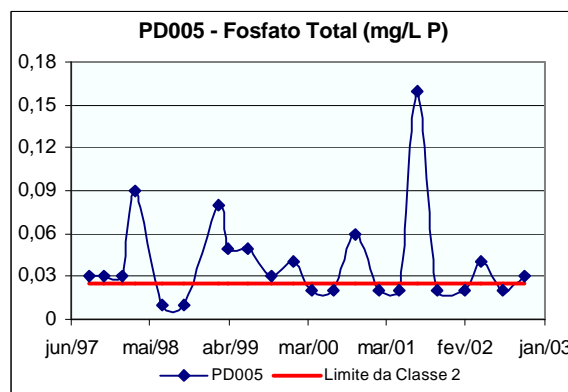
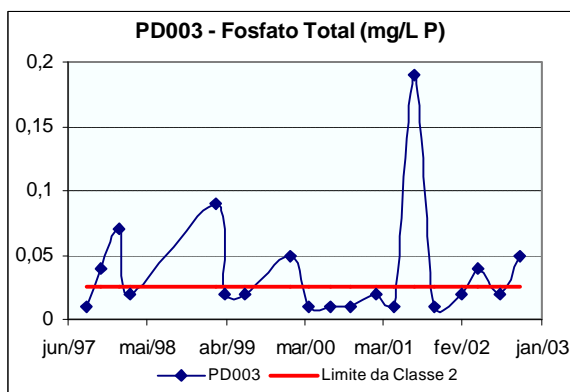
O rio Pardo apresentou Índice de Qualidade das Águas bom em 2002, exceção do trecho localizado a montante da cidade de Montezuma (PD001), que apresentou IQA médio.

Os resultados obtidos para oxigênio dissolvido apontaram águas bem oxigenadas ao longo do rio Pardo, com exceção do trecho a montante da cidade de Montezuma (PD001), que apresentou na primeira campanha de 2002 valor em desconformidade com o limite estabelecido na legislação. A contagem de coliformes fecais e a concentração de fosfato total também excederam o limite neste trecho, nas segunda e quarta campanhas, respectivamente.

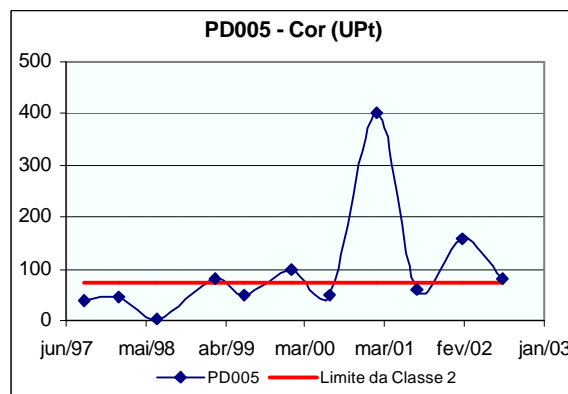
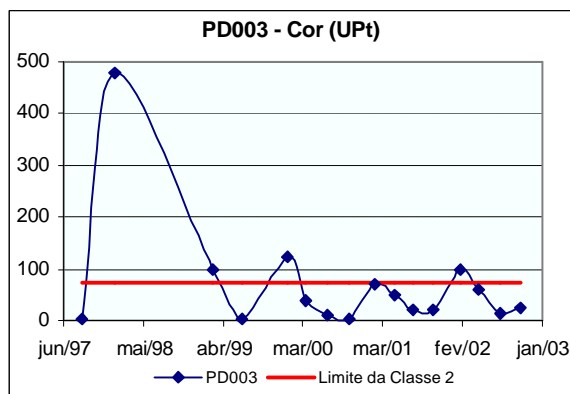




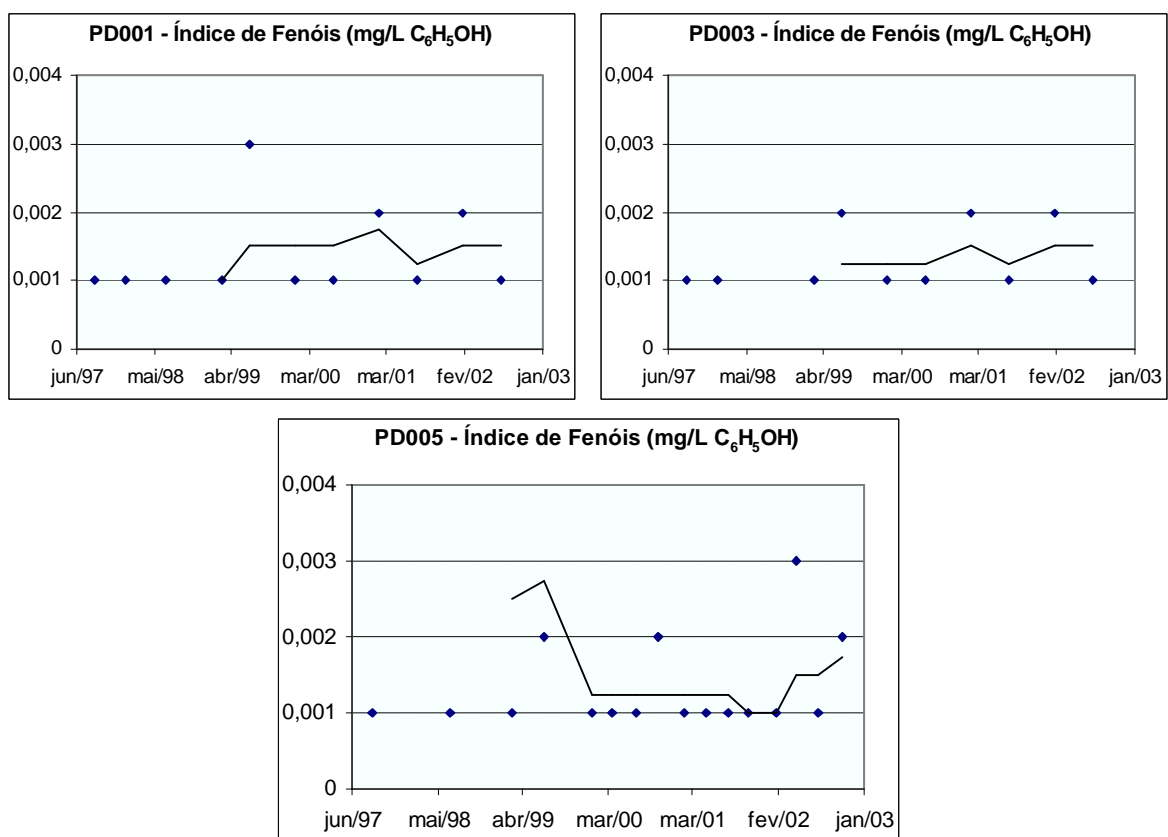
O fosfato total também se mostrou acima do limite estabelecido a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003) e na cidade de Cândido Sales (PD005). A demanda bioquímica de oxigênio apresentou valores inexpressivos em todas as estações de amostragem.



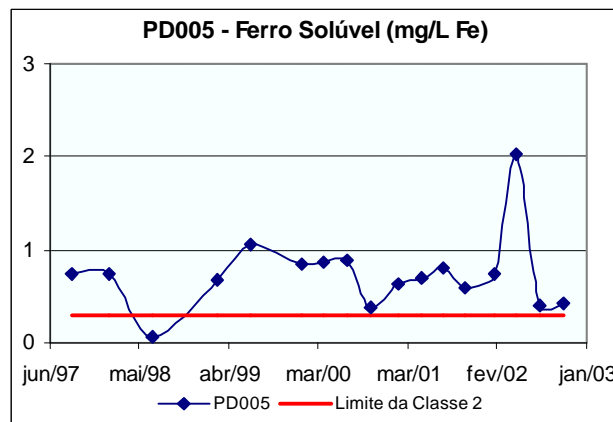
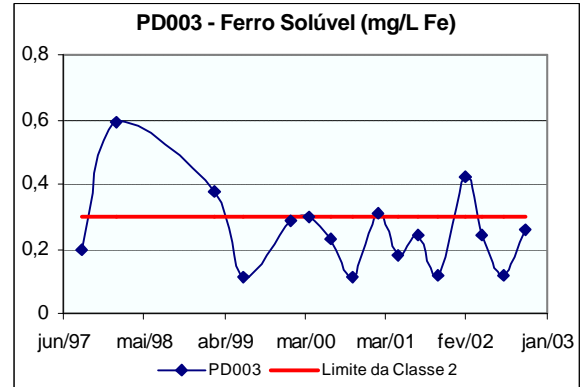
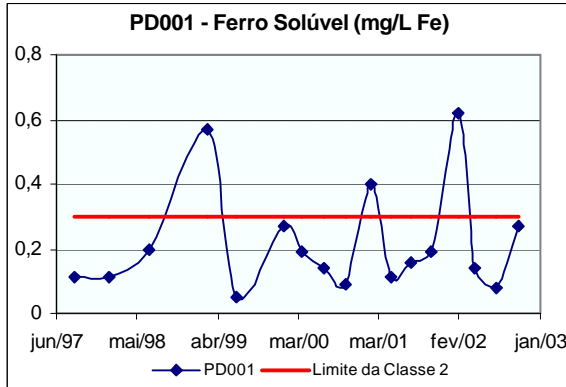
O parâmetro cor ultrapassou o padrão estabelecido na legislação para cursos d'água de classe 2 no rio Pardo a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003) e na cidade de Cândido Sales (PD005), ambas na primeira campanha de 2002, destacando-se uma redução considerável neste último trecho em relação ao ano 2001.



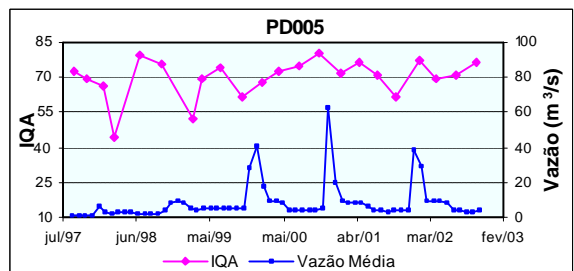
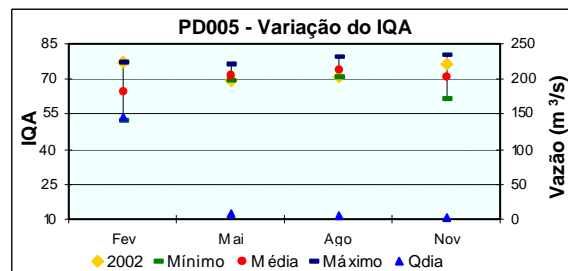
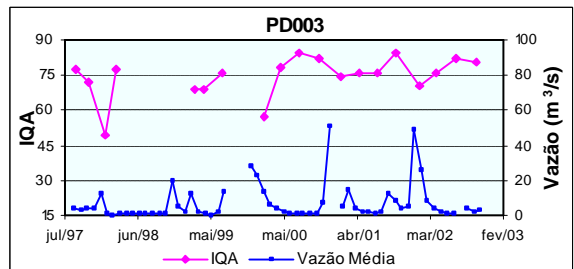
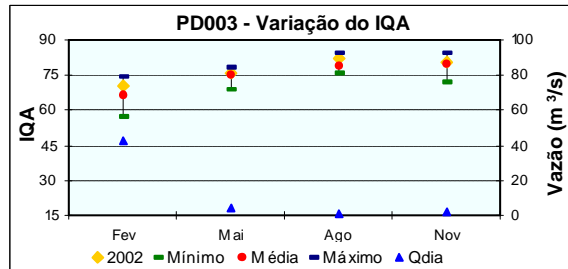
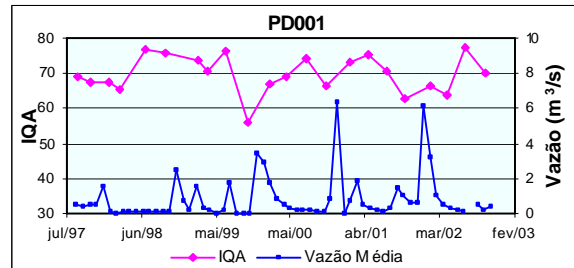
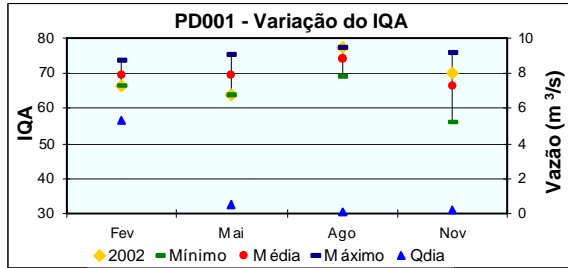
A Contaminação por Tóxicos média ocorreu nos trechos localizados a montante da cidade de Montezuma (PD001) e a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003), em decorrência da concentração de índice de fenóis registrada na primeira campanha de 2002. Percebeu-se que há uma variação constante da ocorrência deste parâmetro em ambas as estações ao longo dos anos. Destacou-se o trecho situado na cidade de Cândido Sales (PD005) onde a contaminação por tóxicos apresentou-se alta, também em decorrência de índice de fenóis na segunda e quarta campanhas de 2002, uma vez que no ano anterior a contaminação por tóxicos neste trecho foi baixa. Este fato pode estar relacionado com despejos industriais e domésticos ao longo do rio Pardo.



O ferro solúvel apresentou concentrações acima do limite da legislação a montante da cidade de Montezuma (PD001) e a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003), ambas na primeira campanha de 2002. Este parâmetro apresentou concentração bastante expressiva em todas as campanhas de 2002 na estação de amostragem localizada na cidade de Cândido Sales (PD005), destacando-se a 2^a campanha, que chegou a registrar um valor seis vezes acima do limite de qualidade estabelecido pela legislação.



Pode-se concluir que o IQA no rio Pardo no trecho a montante da cidade de Montezuma (PD001) apresentou os melhores valores nas terceira e quarta campanhas do ano 2002, com ocorrências acima da média observada até então. No rio Pardo a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003) a variação do IQA em função da vazão apresentou condição característica de recebimento de poluição difusa, enquanto na cidade de Cândido Sales (PD005), de poluição pontual.





QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



11. AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM 2002 (P x E x R)

BACIA DO RIO PARDO
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2002

Curso d'água: Rio Pardo

UPGRH: PA1

Estações de amostragem: PD001, PD003 e PD005.

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades Industriais <ul style="list-style-type: none"> • Usina de álcool 	Cor, ferro solúvel, fosfato total, óleos e graxas.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias de usina de álcool localizada no município de São João do Paraíso.
Atividades de Infra Estrutura <ul style="list-style-type: none"> • Saneamento básico 	Coliformes fecais, cor, fosfato total e índice de fenóis.	Dar seqüência às ações de saneamento, em curso, junto ao município de Santo Antônio do Retiro e verificar junto à promotoria pública o início das ações de saneamento dos municípios referente à bacia do rio Pardo.

12. AÇÕES DE CONTROLE DECORRENTES DO MONITORAMENTO EM 2001 NA BACIA DO RIO PARDO

MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Águas Vermelhas	Extração de pedras para construção	Auto de Infração lavrado com fundamento no decreto lei 43127/02, artigo 19, paragrafo 3º, item 1 e 6.
Curral de Dentro	Mineração	Realizada vistoria para verificar situação ambiental da empresa.
São João do Paraíso	Destilaria	Auto de Infração lavrado com fundamento no decreto lei 39424/98, artigo 19, paragrafo 1º, item 2.
Taiobeiras	Cerâmica	Foramalização do processo de Licenciamento Ambiental : Licença de Operação em caráter corretivo (LOC) em função das denúncias de poluição .

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>.
- _____. Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Relatórios Ambientais. São Paulo: CETESB, 1999.391p.
- 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.

- 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.

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 2002



ANEXOS



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



Anexo A **Municípios Com Sede na Bacia do Rio Pardo**

A



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

Qualidade das Águas Superficiais
no Estado de Minas Gerais em 2002



UPGRH PA1			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Aguas Vermelhas	11.878	8115	3.763
Berizal	3.970	2.067	1.903
Curral de Dentro	5.973	3.566	2.407
Divisa Alegre	4.815	4.656	159
Indaiabira	7.425	1.233	6.192
Montezuma	6.573	2.308	4265
Ninheira	9.356	1.942	7414
Rio Pardo de Minas	27.237	10.495	16.742
Santo Antônio do Retiro	6.655	1.257	5.398
São João do Paraíso	21.010	8.231	12.779
Vargem Grande do Rio Pardo	4.457	1.977	2.480
TOTAL	109.349	45.847	63.502



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



Anexo B **Descrição das Estações de amostragem**

**Descrição das Estações de Amostragem
- UPGRHs PA01 -**

Estação	Descrição	Latitude			Longitude			Altitude (m)
PD001	Rio PARDO a montante da cidade de Montezuma	15	11	34	42	32	12	900
PD003	Rio PARDO a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas	15	42	10	42	10	22	800
PD005	Rio PARDO na cidade de Cândido Sales (BA)	15	30	41	41	14	07	700



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2002



Anexo C **Classificação das Coleções de Água**

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.

Anexo D
Tabela da Equação de Transferência e
Fator Multiplicador

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

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

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

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

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	

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

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

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 Coelhoos	Palmela	358,00	
			3 - 61510000	Três Corações	Verde	4.172,00	
BG036	Palmela	573,51	61530000	Palmela dos Coelhoos	Palmela	358,00	1,6020
BG037	Verde	6.362,99	61537000	Porto Buenos	Verde	6.271,00	1,0147
BG039	Sapucaí	584,22	61271000	Itajubá	Sapucaí	869,00	0,6723
BG041	Sapucaí	1.875,68	61305000	Santa Rita do Sapucaí	Sapucaí	2.811,00	0,6673
BG043	Sapucaí	3.055,50	61305000	Santa Rita do Sapucaí	Sapucaí	2.811,00	1,0870
BG044	Sapucaí-Mirim	2.254,85	1 - 61350000	Conceição dos Ouros	Sapucaí-Mirim	1.307,00	1,1552Q1 + Q2
			2 - 61370000	Ponte dos Rorigues	Itaim	745,00	
BG045	Sapucaí-Mirim	2.840,71	1 - 61350000	Conceição dos Ouros	Sapucaí-Mirim	1.307,00	1,6035Q1 + Q2
			2 - 61370000	Ponte dos Rorigues	Itaim	745,00	
BG047	Sapucaí	7.359,87	61410000	Careaçu	Itaim	7.346,00	1,0019
BG049	Sapucaí	9.444,62	61425000	Paraguaçu (Ponte Baguari)	Sapucaí	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

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 2002



Anexo E **Resultados dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade** **das Águas em 2002**



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs PA01 -

Variável	Padrão			Unidade	PD001	PD001	PD001	PD001
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					27/1/2002	12/4/2002	12/7/2002	11/10/2002
Hora					9:50	8:10	9:50	10:05
Tempo					Nublado	Nublado	Nublado	Bom
Temperatura do Ar				° C	23,0	22,0	22,0	27,0
Temperatura da Água				° C	24,1	23,3	19,8	24,2
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,40	6,43	6,79	7,65
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,83	7,42	7,31	6,86
Condutividade Elétrica				µmho/cm	55,10	54,60	46,10	71,00
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm		58,00		
Turbidez	40	100	100	NTU	14,10	9,33	4,35	11,20
Cor	30	75	75	UPt	60,00		10,00	
Sólidos Totais				mg / L	69,00	48,00	35,00	43,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	62,00	42,00	34,00	26,00
Sólidos Suspensão				mg / L	7,00	6,00	1,00	17,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	24,10		24,30	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	26,00		24,00	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	13,50		14,30	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	12,50		9,70	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,86	1,98	0,93	1,74
Potássio				mg / L K	1,05		0,94	
Sódio				mg / L Na	1,79		1,34	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,80		< 1,00	
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	0,01	0,03	0,01	0,05
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,50		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,70	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,05	< 0,01	0,03	0,49
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006	0,002	0,004	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,10E-03	1,59E-04	2,83E-04	2,76E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	4,0	5,2	7,0	5,3
% OD Saturação				%	52,2	66,7	83,3	69,3
DBO	3	5	10	mg / L	5	3	< 2	2
DQO				mg / L	22		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	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	2		4	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	800	1.300	130	350
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	70	1.300	130	280
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	300		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	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,029		0,018	
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	< 0,005	0,010
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 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	0,62	0,14	0,08	0,27
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,025		0,015	
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	0,04		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					66,6	63,9	77,5	70,2
CT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	5,32	0,50	0,14	0,22



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas - UPRHs PA01 -

Variável	Padrão			Unidade	PD003	PD003	PD003	PD003
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					27/1/2002	12/4/2002	12/7/2002	11/10/2002
Hora					14:05	11:10	13:25	13:20
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	31,0	26,0	28,0	32,0
Temperatura da Água				° C	27,9	25,6	24,2	29,8
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,20	6,54	6,89	6,86
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,62	7,50	6,59	6,88
Condutividade Elétrica				µmho/cm	25,90	23,60	19,50	29,20
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm		25,00		
Turbidez	40	100	100	NTU	47,00	12,50	5,12	10,10
Cor	30	75	75	UPt	100,00	60,00	15,00	25,00
Sólidos Totais				mg / L	79,00	33,00	19,00	28,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	55,00	27,00	18,00	16,00
Sólidos Suspensão				mg / L	24,00	6,00	1,00	12,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	8,80		6,70	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	9,80		7,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	5,60		3,90	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	4,20		3,30	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,61	1,43	1,57	3,06
Potássio				mg / L K	1,38		0,74	
Sódio				mg / L Na	1,22		1,15	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	3,20		1,10	
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	0,02	0,04	0,02	0,05
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,10	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	1,50	0,10	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,07	0,05	0,04	0,35
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006	0,002	0,003	
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,30E-04	3,62E-03	4,89E-04	6,71E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,1	7,0	6,7	6,4
% OD Saturação				%	85,2	93,1	86,5	93,1
DBO	3	5	10	mg / L	3	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	19		< 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	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	3		3	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	240	800	30	50
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	80	130	30	23
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	220		30	
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	0,029		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	0,0009		< 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	
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	0,42	0,24	0,12	0,26
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,073		0,014	
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					70,8	75,7	82,1	80,8
CT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	42,36	3,99	1,15	1,75



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPRHs PA01 -**

Variável	Padrão			Unidade	PD005		PD005		PD005		PD005	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					28/1/2002	14/4/2002	14/7/2002	13/10/2002				
Hora					10:35	9:15	10:00	8:30				
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom				
Temperatura do Ar				° C	27,0	26,0	26,0	25,0				
Temperatura da Água				° C	26,6	25,2	22,8	23,6				
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,68	6,61	6,68	7,67				
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,89	7,46	7,05	6,72				
Condutividade Elétrica				µmho/cm	32,90	34,00	37,70	41,00				
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm		36,00						
Turbidez	40	100	100	NTU	31,40	31,50	19,90	12,20				
Cor	30	75	75	UPt	160,00		80,00					
Sólidos Totais				mg / L	62,00	60,00	53,00	48,00				
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	60,00	56,00	46,00	41,00				
Sólidos Suspensão				mg / L	2,00	4,00	7,00	7,00				
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	9,60		10,00					
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	9,90		11,50					
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	8,20		6,00					
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	1,70		5,50					
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	3,21	3,14	4,50	3,62				
Potássio				mg / L K	2,13		1,94					
Sódio				mg / L Na	1,67		2,31					
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,80		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	0,02	0,04	0,02	0,03				
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		0,50					
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	0,20	0,10	< 0,10				
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,11	0,18	0,24	0,36				
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,010	0,011	0,005					
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	3,57E-04	5,51E-04	2,73E-04	2,77E-03				
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,2	7,4	7,4	7,7				
% OD Saturação				%	96,8	96,5	91,7	97,1				
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2				
DQO				mg / L	16		16					
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	0,003	0,001	0,002				
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	1		2					
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05					
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	500	1.400	1.300	500				
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	50	500	500	140				
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	170		23					
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	0,037		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					
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005		0,008					
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	0,74	2,03	0,40	0,42				
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,066		0,029					
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		0,006					
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					77,5	69,1	70,6	76,7				
CT					BAIXA	ALTA	BAIXA	MÉDIA				
Vazão				m ³ /s	145,16	8,03	4,69	3,76				



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

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

Vazão: Inferida por método de regionalização.