

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Projeto Águas de Minas



Relatório

Monitoramento das Águas Superficiais na Bacia do Rio São Francisco em 2001

Rio São Francisco - Sul

feam
FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE


ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS


INSTITUTO MINEIRO
DE GESTÃO DAS ÁGUAS


MEIO AMBIENTE
Aqui se constrói um país.

Belo Horizonte, dezembro de 2002



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO EM 2001 RIO SÃO FRANCISCO - SUL

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

Belo Horizonte
Dezembro, 2002

**SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE
E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD**

SECRETÁRIO

Celso Castilho de Souza

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM

DIRETOR GERAL

Willer Hudson Pós

DIRETORIA DE CONTROLE DAS ÁGUAS

Célia Maria Brandão Froes

COORDENAÇÃO PROJETO ÁGUAS DE MINAS

Zenilde das Graças Guimarães da Silva

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM

PRESIDENTE

Willer Hudson Pós

DIRETORIA DE QUALIDADE AMBIENTAL

Márcia Cristina Marcelino Romanelli

DIVISÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA E DO SOLO

Alcione Ribeiro de Mattos

Rosângela Moreira Gurgel Machado

DIVISÃO DE AVALIAÇÃO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Adriano Tostes de Macedo

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

I59q

Qualidade das águas superficiais no Estado de Minas
em 2001/ Instituto Mineiro de Gestão das Águas. --- Belo
Horizonte: IGAM, 2002.
205p. : mapas

1. Qualidade da água – Minas Gerais.
2. Bacia Hidrográfica do Rio Grande. I. Título

CDU: 556.51(815.1)

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM
Rua Santa Catarina, 1354 – Lourdes
Fone: (31) 3337-3355 - Fax: (31) 3337-3283
30.160-081 - Belo Horizonte - Minas Gerais
E-mail: diretoriageral@igam.mg.gov.br
Home Page: www.igam.mg.gov.br

Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM
Av. Prudente de Moraes, 1671 – Santa Lúcia
Fone: (31) 3298-6372 - Fax: (31) 3298-6394
30.380-000 - Belo Horizonte – Minas Gerais
E-mail: feam@feam.br
Home Page: www.feam.br



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO EM 2001 RIO SÃO FRANCISCO - SUL

**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, 2002

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Equipe Técnica

Ana Laura de Moura Dayrell, Bióloga
Estephânia Cristina Foscarini Ferreira, Engenheira
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
Paulo Sérgio de Souza Magalhães, Engenheiro
Rômulo Cajueiro de Melo, Biólogo
Zenilde das Graças Guimarães da Silva, Química

Estagiária

Michele Aparecida Gomes Alves, estudante de Química

Apoio

Bruno Lourenço de Oliveira, ASSPROM
Denise Duarte Carrilho, Secretária
Cristiane Peixoto Vieira, Engenheira
Elisa de Castro Bruzzi Boechat, Geógrafa
Joaquim Caetano de Aguirre Jr., Engenheiro
Marys Lene Braga Almeida, Engenheira
Sílvia Pires e Albuquerque, Engenheira

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

Equipe Técnica

Alcione Ribeiro de Mattos, Engenheira
Alexandra Fátima Saraiva Soares, Engenheira
Antônio Alves dos Reis, Engenheiro
Flávia Lima D. T. Costa, Engenheira
José Eduardo Nunes de Queiroz, Geógrafo
Lilian Mara de Souza, Engenheira
Mauro Campos Trindade, Engenheiro
Vânia Lúcia Souza Figueiredo, Geógrafa

Estagiário

Petterson Gualberto Ribeiro, estudante de Engenharia

Coletas e Análises Laboratoriais:

CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS

Presidente

Antonio Orlando Macedo Ferreira

Coordenadora do Setor de Medições Ambientais

Ciomara Rabelo de Carvalho

Coordenador do Projeto PSAM

José Antonio Cardoso

Responsável pelo Laboratório de Ecotoxicologia

Fábio de Castro Patrício



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

SUMÁRIO

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



APRESENTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO	1
2 UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS .	3
3 PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS	4
4 INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS	6
4.1 Índice de Qualidade das Águas – IQA	6
4.2 Contaminação por tóxicos – CT.....	7
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	8
5.1 Rede de Monitoramento	8
5.2 Coletas e Análises	10
5.3 Metodologia Analítica	24
5.4 Avaliação Temporal	27
5.5 Avaliação Espacial	28
5.6 Obtenção de Dados Hidrológicos	29
5.7 Avaliação Ambiental	32
5.8 Ações de Controle Ambiental	33
6 SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001	34
7 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO RIO SÃO FRANCISCO - SUL	53
8 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2001	55
9 AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM 2001	75
10 AÇÕES DE CONTROLE DECORRENTES DO MONITORAMENTO EM 2000	84
11 BIBLIOGRAFIA.....	95



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

ANEXOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Anexo A – Municípios com sede na bacia do Rio São Francisco - Sul ...	A
Anexo B – Outorgas superficiais e subterrâneas em 2001	B
Anexo C – Descrição das estações de amostragem	C
Anexo D – Significado sanitário dos parâmetros de qualidade de água Selecionados	D
Anexo E – Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade de água em 2001	E

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação dos parâmetros analisados nas campanhas Completas.....	11
Tabela 2 – Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragem analisados nas campanhas intermediárias	11
Tabela 3 – Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.....	12
Tabela 4 – Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto Águas de Minas	24
Tabela 5 – Pontos de monitoramento com problemas de transferência de Vazão	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução Temporal dos Dados de Qualidade: Ocorrência de Qualidade das Águas – IQA e Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.....	34
Figura 2 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem - UPGRHs SF1 e SF4	36
Figura 3 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem - UPGRH SF2	36
Figura 4 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem - UPGRH SF3	37
Figura 5 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10	37
Figura 6 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRH SF5	38



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Figura 7 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs GD1 a GD8	39
Figura 8 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	39
Figura 9 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs DO1 e DO3	40
Figura 10 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs PS1 e PS2	41
Figura 11 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs JQ1, JQ2, MU1 e PA1.....	42
Figura 12 - Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais	43
Figura 13 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs SF1 e SF4	43
Figura 14 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRH SF2.....	44
Figura 15 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRH SF3.....	44
Figura 16 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10	44
Figura 17 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRH SF5.....	45
Figura 18 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs GD1 a GD8.....	45
Figura 19 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	45
Figura 20 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs DO1 a DO5.....	46



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Figura 21 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs PS1 e PS2	46
Figura 22 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs JQ1 a JQ3.....	46
Figura 23 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs PA1 e MU1	47
Figura 24 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs SF1 e SF4	47
Figura 25 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRH SF2.....	48
Figura 26 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRH SF3.....	48
Figura 27 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10	48
Figura 28 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRH SF5.....	49
Figura 29 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs GD1 a GD8.....	49
Figura 30 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	50
Figura 31 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs DO1 a DO5	50
Figura 32 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRH PS1 e PS2.....	51
Figura 33 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1	51
Figura 34 - Frequência da ocorrência de metais acima dos limites da Legislação no Estado de Minas Gerais	51
Figura 35 - Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites da Legislação no Estado de Minas Gerais	51
Figura 36 – Mapa da Qualidade das Águas Superficiais em 2001 da bacia do Rio São Francisco - Sul.....	54



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



APRESENTAÇÃO

A água é a substância fundamental para a existência de vidas. O ser humano a utiliza de várias formas tornando-a indispensável para o desenvolvimento de suas várias atividades. São importantes os seus usos tais como, o abastecimento público e industrial, a irrigação, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática.

Entende-se como qualidade desejável aquela que garanta o não comprometimento das possibilidades dos usos das águas, segundo as necessidades locais e regionais.

O crescimento urbano e industrial que vem ocorrendo nas últimas décadas traz como conseqüência o comprometimento da qualidade das águas dos rios, lagos e reservatórios. A falta de recursos financeiros nos países em desenvolvimento tem agravado este problema, pela impossibilidade da aplicação de medidas corretivas para reverter esta situação.

O "Projeto Águas de Minas" assume um caráter preventivo, na medida em que serão diagnosticadas as modificações na qualidade das águas advindas da transformação dos ambientes. Tais diagnósticos permitirão a oportuna adoção/adequação de medidas de controle para eventuais problemas.

Com isso serão gerados subsídios importantes para a análise da tendência evolutiva, possibilitando a proposição de medidas corretivas emergenciais a eventuais processos comprometedores da qualidade ambiental, que poderão vir a restringir os usos potenciais do sistema.

Nesse contexto, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM realiza o monitoramento da qualidade das águas através de coletas e análises de águas, e interpretando estes resultados em concordância com a Deliberação Normativa 10/86 do COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental, que fixa o padrão de qualidade que deve ter a água no meio ambiente em função do uso a ela destinada.

Portanto, devemos dar maior prioridade à preservação, ao controle e à utilização racional das águas doces superficiais. Só assim estaremos praticando desenvolvimento sustentável e possibilitando aos comitês de bacias hidrográficas mineiros o uso de uma ferramenta de gestão de grande valia nas tomadas de decisões sobre o uso da água.

Willer Pós, *PhD*
Diretor Geral do IGAM



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



1. INTRODUÇÃO

O Projeto Águas de Minas, em execução há cinco anos, vem permitindo a identificação das tendências da situação de qualidade das águas do Estado de Minas Gerais. A operação da rede de monitoramento iniciou com a seleção de 222 pontos de amostragem, sendo contemplado atualmente com 242 estações. Em busca de melhor representatividade e em atendimento às necessidades inerentes aos programas de controle de poluição das águas, foram introduzidas análises de parâmetros ecotoxicológicos e dados de vazão a partir de 2001.

Foram realizadas análises físico-químicas, bacteriológicas e ecotoxicológicas nas amostras de água coletadas em campanhas de amostragem realizadas nas diversas estações climáticas do ano 2001. Para a rede de monitoramento são apresentadas análises estatísticas que abrangem o conjunto de resultados, obtidos ao longo dos cinco 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 de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais e 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, Agenda Azul e da efetividade das ações de controle das fontes de poluição e degradação ambiental da Agenda Marrom.

A caracterização da qualidade das águas vem, ademais, estimulando a integração das ações das agendas ambientais do Estado de Minas Gerais e propiciando a adoção de unidades espaciais definidas pelas bacias hidrográficas como unidades de planejamento.

O exercício da articulação de esforços entre o IGAM e a FEAM representa um primeiro passo para a introdução de novas variáveis, tais como os aspectos de quantidade e disponibilidade dos recursos hídricos, no processo de avaliação da qualidade.

A adoção das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPGRH, 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.

É importante ressaltar que o alcance dos objetivos é gradativo e a continuidade do projeto vem proporcionando a interação efetiva entre os



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



órgãos gestores e os usuários, com vistas ao alcance da gestão sustentável dos recursos hídricos.

Todavia, para a efetivação de um processo amplo de monitoramento, é necessário detalhar o conhecimento regional da qualidade das águas superficiais, proporcionado pela operação da macro-rede de monitoramento do Projeto Águas de Minas. Nesse sentido, prevê-se o estabelecimento de redes dirigidas voltadas para uma avaliação mais precisa da efetividade das medidas de controle das fontes potenciais de poluição cujos projetos já se encontram em andamento pelas Agendas Azul e Marrom. Tais redes deverão assumir configurações específicas em função dos diferentes níveis de concentração de atividades da Agenda Marrom nas bacias hidrográficas do Estado. Estas configurações permitirão, assim, um melhor conhecimento dos fatores de pressão e dos resultados ambientais das medidas de controle dos processos de licenciamento implantados.

A operação conjunta da macro-rede e das redes dirigidas permite o afinamento progressivo das estratégias gerenciais das Agendas Azul e Marrom, com maior comunicabilidade dos resultados e clareza no processo de planejamento do Estado de Minas Gerais, bem como para um acompanhamento direto da sociedade.

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

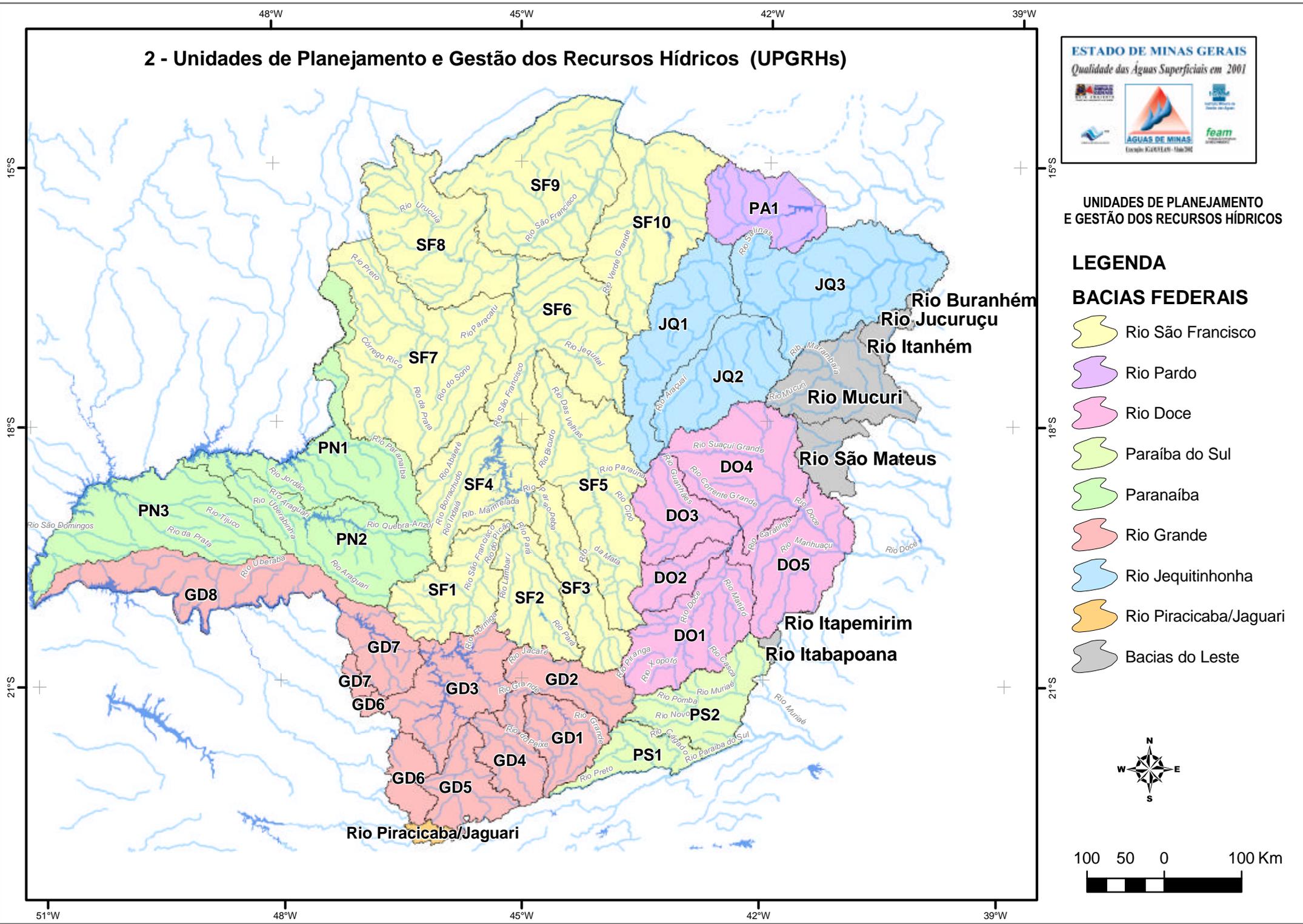


UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

LEGENDA

BACIAS FEDERAIS

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





Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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 agrosilvipastoril;
- mineração;
- natural;
- acidental.

Cada uma das fontes citadas acima possuem 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'águas, 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'águas superficiais, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto menos eficiente for a coleta de esgotos ou a limpeza pública.

A poluição agrosilvipastoril 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 e 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, cor, turbidez, sólidos em suspensão, alcalinidade total, alcalinidade bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio;



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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 (IV), selênio, mercúrio;

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

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



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



4. INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os indicadores da situação ambiental adotados no Projeto Águas de Minas são o Índice de Qualidade das Águas – IQA e a Contaminação por Tóxicos.

A partir dos resultados do IQA e da contaminação por tóxicos de cada estação de amostragem foi produzido o mapa “Qualidade das Águas Superficiais em 2001 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 ponto de amostragem, sendo representada no próprio ponto. Esse 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.

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 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

Os resultados laboratoriais gerados 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 fórmula:

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

Sendo:

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

w_i = peso atribuído ao parâmetro.

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

A contaminação por tóxicos é avaliada considerando-se os seguintes parâmetros: amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo hexavalente, índice de fenóis, mercúrio, nitritos, nitratos e zinco.

Em função das concentrações observadas, a contaminação é caracterizada como Baixa, Média ou Alta. 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. Os limites de classe adotados são os definidos pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM na Deliberação Normativa No 10/86. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração entre 1,2 a 2,0 vezes os limites mencionados, enquanto que a contaminação Alta refere-se às concentrações superiores ao dobro dos limites. A pior situação identificada no conjunto total de resultados, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do ano de realização das campanhas de amostragem.

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

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



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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.

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 577.015 km², o que representa 98,3% 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 georeferenciamentos utilizando-se mapas e GPS (Global Position System), o registro fotográfico dos pontos e a otimização dos roteiros das campanhas de coleta.

Em função da grande área da bacia, da diversidade das condições naturais e econômicas da região e visando uma melhor descrição das diferentes características da mesma, a avaliação da bacia do rio São Francisco foi feita em cinco sub-bacias distintas, a saber:

São Francisco Sul - abrange a área que se estende das nascentes do rio São Francisco até a confluência com o rio Abaeté, abrangendo as UPGRHs SF1 e SF4;

Pará - referente à UPGRH SF2;

Paraopeba - referente à UPGRH SF3;

Velhas - referente à UPGRH SF5;

São Francisco Norte - que inclui além do próprio rio São Francisco a jusante do rio Abaeté, as sub-bacias dos rios Paracatu, Urucuia e Verde Grande, abrangendo as UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.

A rede em operação (macro-rede) vem sendo adequada ao longo da execução dos trabalhos, adotando-se como referência à 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 de Minas Gerais possui uma representatividade superior àquela empregada pela União Européia. Contudo, trata-se de uma macro-rede de monitoramento, permanecendo com abrangência regional para caracterização da qualidade de água. Nessa configuração, o número de pontos de coleta por bacia e sub-bacia contemplada, com as respectivas densidades, conforme apresentado no quadro seguinte.

Densidade de pontos em cada bacia hidrográfica

BACIA HIDROGRÁFICA Sub-Bacia	Número de Pontos de Amostragem	Densidade (Pontos/1000 km²)
SÃO FRANCISCO	97	0,41
São Francisco Sul	12	0,37
Pará	13	1,06
Paraopeba	18	1,49
Velhas	29	0,98
São Francisco Norte	25	0,17
GRANDE	42	0,48
Mortes	7	1,06
Verde	12	1,74
Restante da Bacia	23	0,31
DOCE	32	0,45
Piracicaba	8	1,49
Restante da Bacia	24	0,37
PARANAÍBA	18	0,25
JEQUITINHONHA	13	0,20
PARAÍBA DO SUL	29	1,38
Paraibuna	8	1,18
Restante da Bacia	21	1,48
MUCURI	8	0,55
PARDO	3	0,24
TOTAL	242	0,42

Observa-se, conforme destacado pelas linhas sombreadas no quadro acima, que a densidade de pontos de algumas sub-bacias é superior à adotada pela União Européia. 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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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 ponto. 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.

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

Nas campanhas completas é realizada uma extensa série de análises, englobando 50 parâmetros, comuns ao conjunto de pontos de amostragem.

Nas campanhas intermediárias, são analisados 18 parâmetros genéricos em todos os locais, sendo que 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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Tabela 1: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas
Parâmetros comuns a todos os pontos

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

* Este parâmetro foi analisado somente nas bacias dos Rios Doce, Paraíba do Sul e Grande.

Tabela 2: Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragem analisados nas campanhas intermediárias
Parâmetros comuns a todos os pontos

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

Tabela 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	
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
PA005	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco

Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Rio São Francisco	
UPGRH SF2: Rio Pará	
PA004	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), 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 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Rio São Francisco	
UPGRH SF3: Paraopeba	
BP086	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP070	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
BV155	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco

Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Rio São Francisco	
UPGRH SF5: Rio das Velhas	
BV083	Cádmio, Chumbo, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV154	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos
BV105	Chumbo, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV160	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV130	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV153	Arsênio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV135	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV137	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV156	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
BV140	Chumbo, Índice de fenóis, Manganês
BV141	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
BV161	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
BV142	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV162	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV143	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV152	Arsênio, Ferro, Índice de fenóis, Manganês
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
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

Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Rio São Francisco	
UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10: Rio São Francisco	
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
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

Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
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
BG014	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG013	Ferro solúvel, Manganês
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

Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Rio Grande	
UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8	
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
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

Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Rio Paranaíba	
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
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

Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
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
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

Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Paraíba do Sul	
UPGRHs PS1, 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
BS083	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
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



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Rio Paraíba do Sul	
UPGRHs PS1, PS2	
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 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
Bacia do Rio Jequitinhonha	
UPGRHs JQ1, JQ2, 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

5.3. METODOLOGIA ANALÍTICA

Na Tabela 4 são apresentadas as metodologias das variáveis avaliadas no monitoramento do Projeto “Águas de Minas”.

Tabela 4 :Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto Águas de Minas

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Alcalinidade bicarbonato	titulação potenciométrica	APHA 2320 B
Alcalinidade total	titulação potenciométrica	APHA 2320 B
Alumínio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 D
Arsênio total	espectrometria de AA - gerador de hidretos	APHA 3114 B
Bário total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 D
Boro total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Cádmio total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Cálcio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 D
Chumbo total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Cianeto total	potenciométrico - ion seletivo	APHA 4500-CN- F
Cloreto	colorimétrico/tiocianato mercúrico	USGS-I-1187 78
Cobre total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Coliformes fecais	tubos múltiplos	APHA 9221 E
Coliformes totais	tubos múltiplos	APHA 9221 B
Condutividade elétrica	condutivímetro	APHA 2510 B
Cor real	centrifugação/comparação/colorimétrica	APHA 2120 B
Cromo hexavalente	colorimétrico difenilcarbazida	APHA 3500-Cr D
Cromo total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
DBO	Winkler/incubação	ABNT NBR 12614
DQO	refluxo fechado/titulação	ABNT NBR 10357

Tabela 4 :Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto Águas de Minas

(continuação)

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Dureza de cálcio	titulação EDTA	APHA 3500-Ca D
Dureza de magnésio	diferença	APHA 3500-Mg E
Estreptococos	Tubos múltiplos	APHA 9230 B
Ferro bivalente	colorimétrico/1-10 fenantrolina	APHA 3500-Fe D
Ferro total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Fósforo	separação/ascórbico/molibdato	APHA 4500-P E
Índice de fenóis	clorofórmio/aminoantipirina	ABNT NBR 10740
Magnésio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Manganês total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Mercúrio total	espectrometria de AA - vapor frio	APHA 3112 B
Níquel total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Nitrogênio amoniacal	destilação/nesslerização	ABNT NBR 10560
Nitrogênio nítrico	redução cádmio/colorimétrico	APHA 4500 NO3- E
Nitrogênio nitroso	sulfanilamida/ N-1naftil etileno diamina	ABNT NBR 12619
Nitrogênio orgânico	digestão/colorimétrico	APHA 4500-Norg B
Óleos e graxas	partição gravimétrica	APHA 5520 B
Oxigênio dissolvido	Winkler modificado	ABNT NBR 10559
pH	potenciometria	ABNT NBR 9251
Potássio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Selênio total	espectrometria de AA – gerador de hidretos	APHA 3114 B
Sódio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Sólidos dissolvidos	filtração/evaporação/gravimétrico	ABNT NBR 10664



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Tabela 4 :Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto Águas de Minas

(continuação)

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Sólidos em suspensão	filtração/secagem/gravimétrico	ABNT NBR 10664
Sólidos totais	evaporação/gravimétrico	ABNT NBR 10664
Sulfatos	turbidimétrico	APHA 4500-SO42- E
Sulfetos	arraste/iodométrico	APHA 4500-S2-
Surfactantes aniônicos	colorimétrico/azul de metileno	ABNT NBR 10738
Temperatura da água / ar	termômetro a álcool	APHA 2550 B
Toxicidade aguda	Água – ensaio com Daphnia similis	ABNT NBR 12713
Toxicidade crônica	Água – ensaio com Ceriodaphnia dubia	ABNT NBR 13373
Turbidez	turbidimétrico	APHA 2130 B
Zinco total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



5.4. 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 2001, 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 de classe de enquadramento 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, contemplou-se, a partir desse relatório, valores de vazões médias geradas nos pontos de monitoramento de qualidade, buscando dessa forma, entender o comportamento atípico de alguns parâmetros do monitoramento.

Em gráficos de IQA x Vazão, são apresentados os valores do Índice de Qualidade das Águas no ano 2001 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 2001. Gráficos com as vazões médias mensais e a variação do IQA ao longo dos anos também são apresentados.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



5.5. 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, existência de indústrias com lançamento de efluentes diversificados, verifica-se a importância da análise do perfil espacial para se identificar os trechos mais críticos.

Alguns parâmetros foram selecionados para uma avaliação de comportamento ao longo do curso d'água monitorado, entretanto a análise efetuada até o momento se refere a uma avaliação qualitativa do comportamento espacial desses parâmetros sendo descritas as alterações observadas ao longo do rio ou bacia hidrográfica. Cabe ressaltar que deverá ser acrescentado, como objeto futuro desse relatório, uma introdução de representações gráficas para visualização da assimetria da distribuição, da faixa de variação de dados e da detecção de possíveis pontos extremos.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



5.6. 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 na tabela seguinte, 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 cota X 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 serão 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 as grandes diferenças nas áreas de drenagem e portanto nos tempos de viagem dessa vazão. A tabela seguinte 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: 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	ausência de estação fluviométrica
Ribeirão dos Macacos	BP076	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Sarzedo	BP086	ausência de estação fluviométrica
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	ausência de estação fluviométrica
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

Tabela 5: Pontos de monitoramento com problemas de transferência de vazão

(continuação)

Curso d'água	Estação de qualidade	Observações
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
Ribeirão Meia Pataca	BS049	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Xopotó	BS071	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão das Posses	BS073	ausência de estação fluviométrica
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
Córrego 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 são apresentados 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 presentes em cada parâmetro que se correlaciona com a disponibilidade, 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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



5.7. AVALIAÇÃO AMBIENTAL

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.

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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



5.8. AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL

Em decorrência da definição das ações prioritárias recomendadas no relatório da qualidade das águas do ano 2000, que foi publicado em outubro de 2001, buscou-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 2001/2002 estão apresentadas em um quadro-resumo conforme as Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH e os municípios diretamente envolvidos com as respectivas atividades antrópicas.

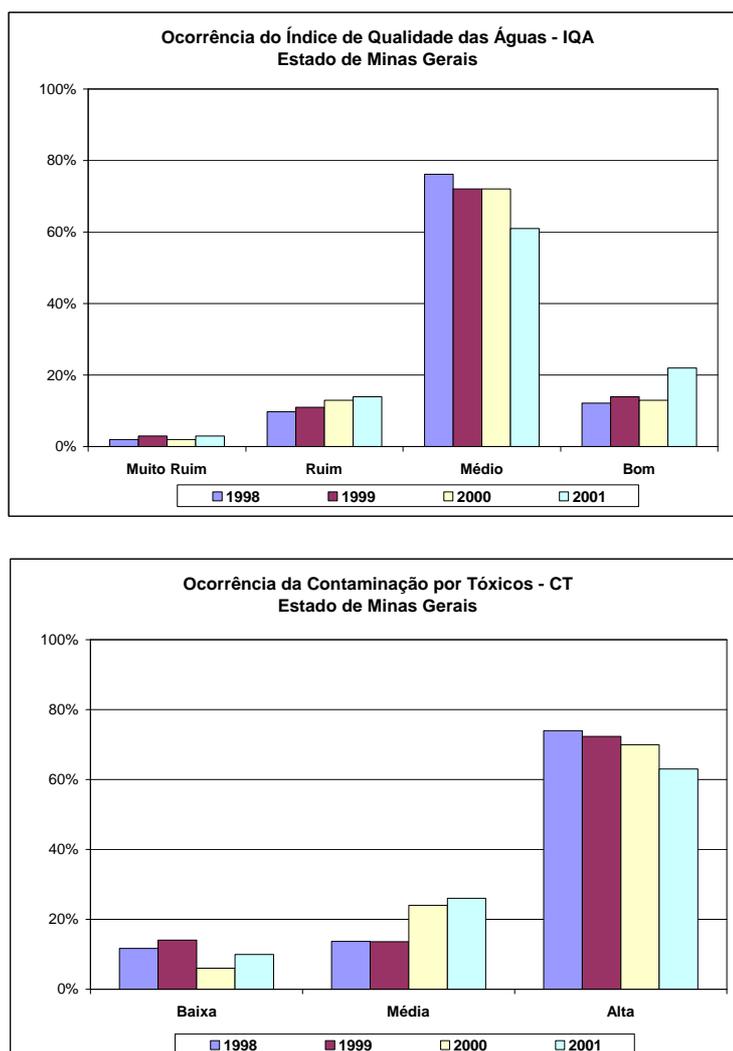
Deve-se observar que as ações de controle apresentadas não são apenas decorrentes do monitoramento da qualidade das águas, como também de ações de melhoria da qualidade ambiental de um modo geral.

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 a qualidade ambiental, em todo estado de Minas Gerais.

6. SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001

Os resultados das análises laboratoriais realizadas em 2001 permitiram a obtenção dos indicadores da situação ambiental, Índice de Qualidade de Águas - IQA e Contaminação por Tóxicos. A situação geral no estado com relação a esses indicadores pode ser observada na Figura 1.

Figura 1: Evolução Temporal dos Dados de Qualidade: Ocorrência de Qualidade das Águas – IQA e Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.



Conforme a Figura 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 demonstra que não houve uma variação significativa das condições de qualidade das águas ao longo desses quatro anos. Com relação ao ano 2001, observa-se um aumento na ocorrência do Índice de Qualidade das Águas bom, estando este situado, em torno de 22% das ocorrências totais. As faixas de qualidade muito ruim e ruim foram observadas em cerca de 3 e 13%, respectivamente, dos pontos monitorados em todo o estado.

As Figuras 2 a 11 apresentam os índices de qualidade das águas, dos anos 2000 e 2001, em cada estação de amostragem das bacias hidrográficas. 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) e Ribeirão Ubá (BS071), ambos nas proximidades de Ubá, e do Rio Paraíba a jusante da cidade de Juiz de Fora (BS017). Na bacia do Rio São Francisco são preocupantes os estados de degradação do Rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata (BV153), Ribeirão do Onça (BV154) e Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV155). A situação da qualidade das águas do Rio Betim, sub-bacia do Rio Paraopeba, permanece com estado de degradação preocupante, apresentando índice de qualidade muito ruim no trecho próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP071). Além disso, observou-se um certo grau de comprometimento no trecho a jusante do Reservatório de Vargem das Flores (BP088), que passou a apresentar índice de qualidade médio.

Observou-se a predominância do índice de qualidade médio anual no estado de Minas Gerais. O índice de qualidade bom pode ser observado nas bacias do Rio Paranaíba e no Rio São Francisco. Podem ser citados também trechos da bacia do Rio Grande, dentre eles, o Rio Grande a jusante dos Reservatórios de Itutinga (BG007) e de Furnas (BG051) e a montante da foz do Rio Pardo (BG061), o Rio Verde, a montante da cidade de Itanhandu (BG025) e o Rio Uberaba a montante da cidade de Uberaba (BG058), como outras regiões onde foram encontradas boas condições para a qualidade de água.

Todavia, se considerados os valores correspondentes a cada uma das quatro campanhas de amostragem realizadas ao longo do ano, verificou-se que em muitas das estações ocorreram valores extremos, com índice de qualidade bom na estiagem e ruim, ou mesmo muito ruim, no período chuvoso. A elevada variabilidade do comportamento dos valores de IQA está associada, na maioria dos casos, à grande variação nas concentrações de materiais em suspensão.

De um modo geral, foi constatada uma melhoria em relação ao índice de qualidade das águas, sobretudo nas bacias do Rio Grande, Paranaíba, Jequitinhonha e Mucuri, onde o IQA bom foi registrado com maior frequência em 2001. Quando se compara a incidência de IQA ruim e muito ruim na bacia do Rio São Francisco nos anos 2000 e 2001, observa-se uma redução na qualidade das águas na sub-bacia do Rio das Velhas. Este comportamento é atribuído principalmente a alteração do índice de qualidade ruim para muito ruim em alguns pontos de amostragem.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

São Francisco Sul

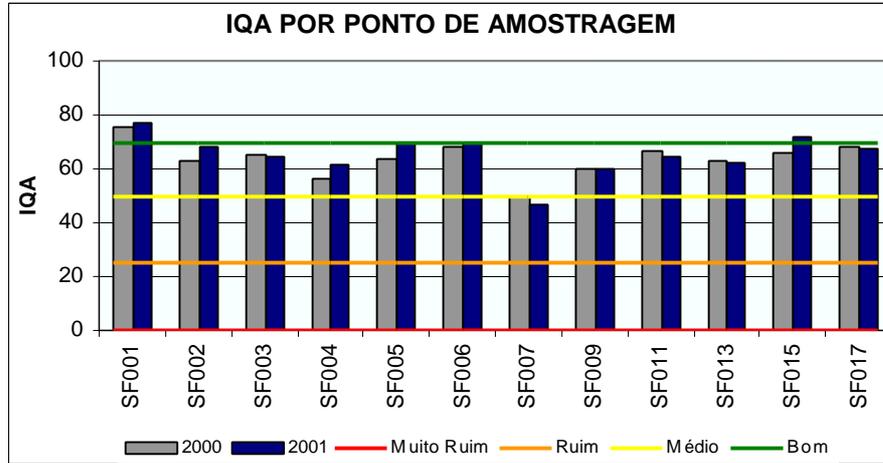


Figura 2: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRHs SF1 e SF4

Sub-Bacia do Rio Pará

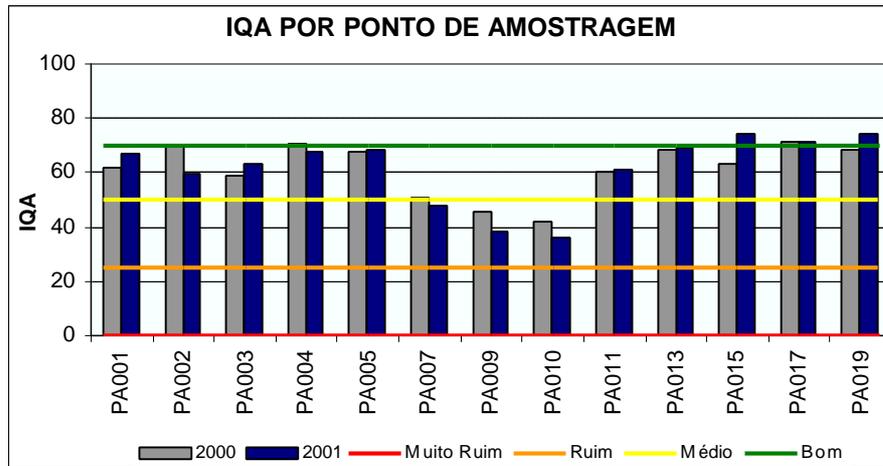


Figura 3: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRH SF2

Sub-Bacia do Rio Paraopeba

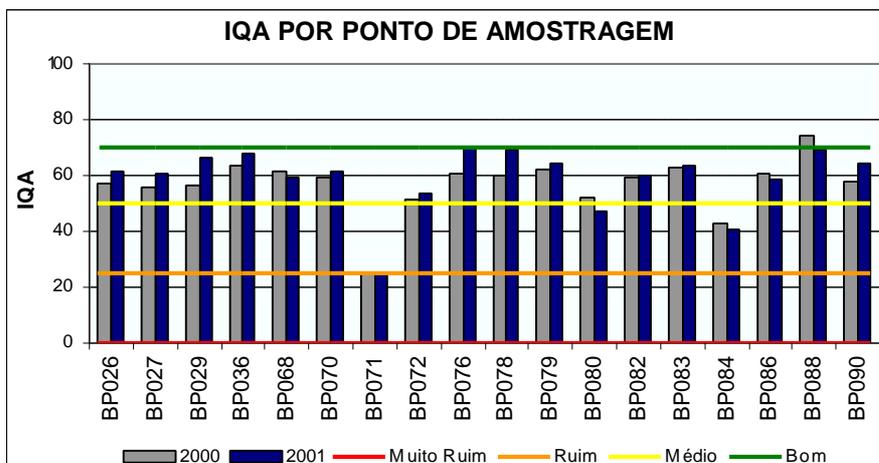


Figura 4: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRH SF3

Rio São Francisco Norte

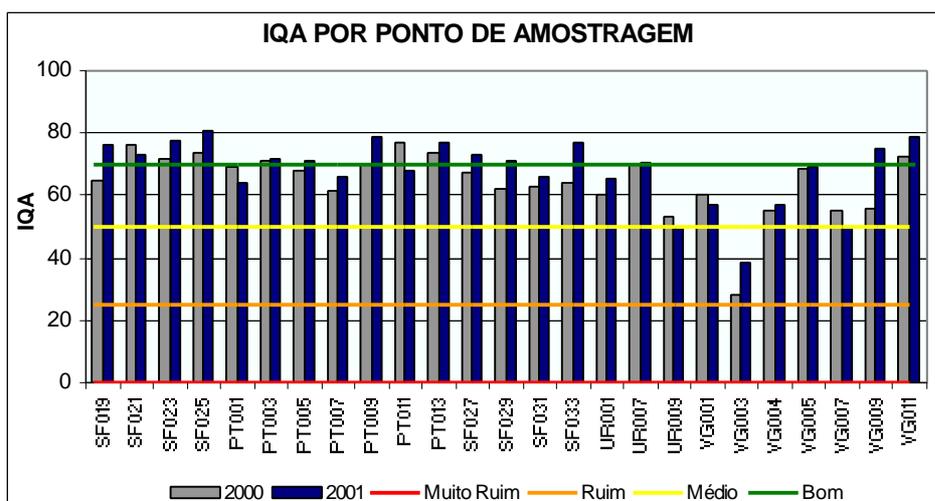


Figura 5: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

Sub-Bacia do Rio das Velhas

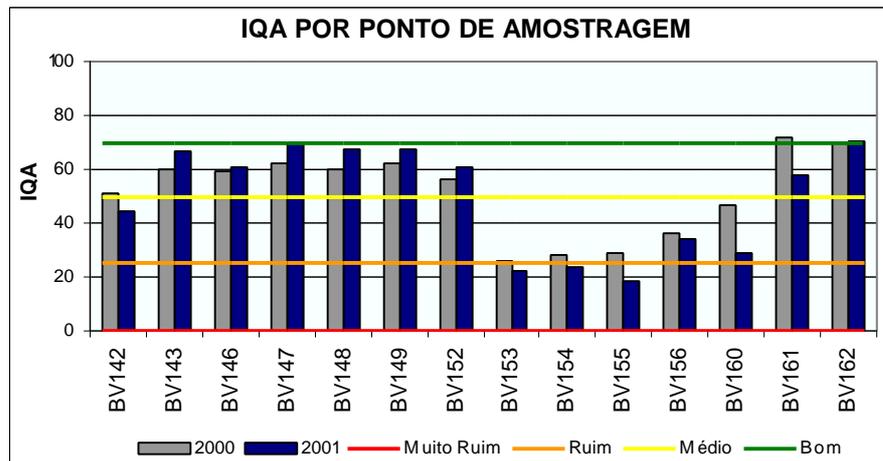
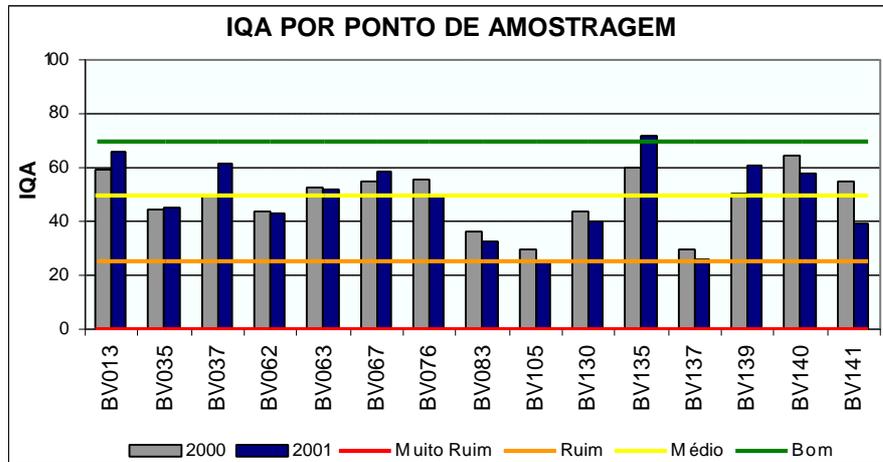


Figura 6: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem
UPGRH SF5

BACIA DO RIO GRANDE

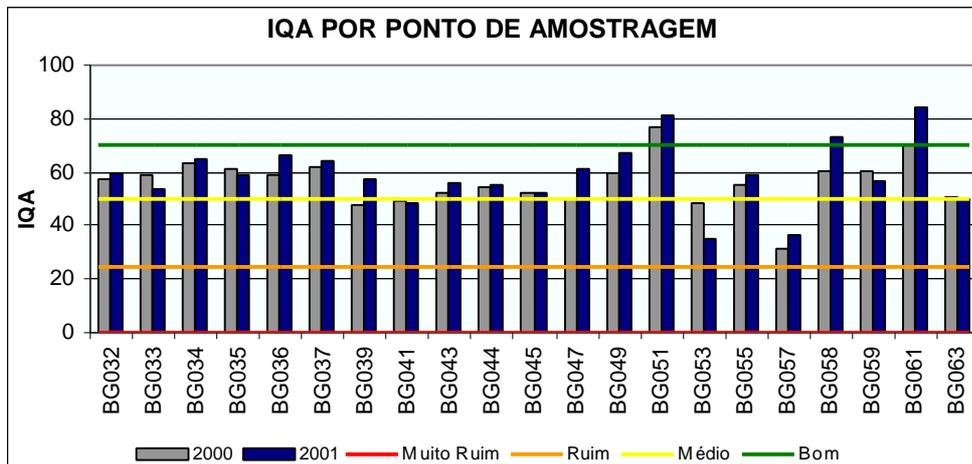
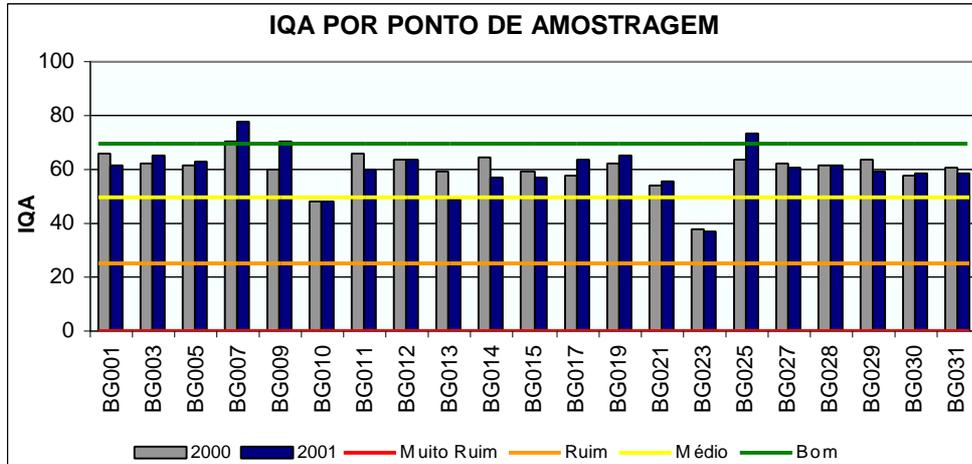


Figura 7: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO PARANAIBA

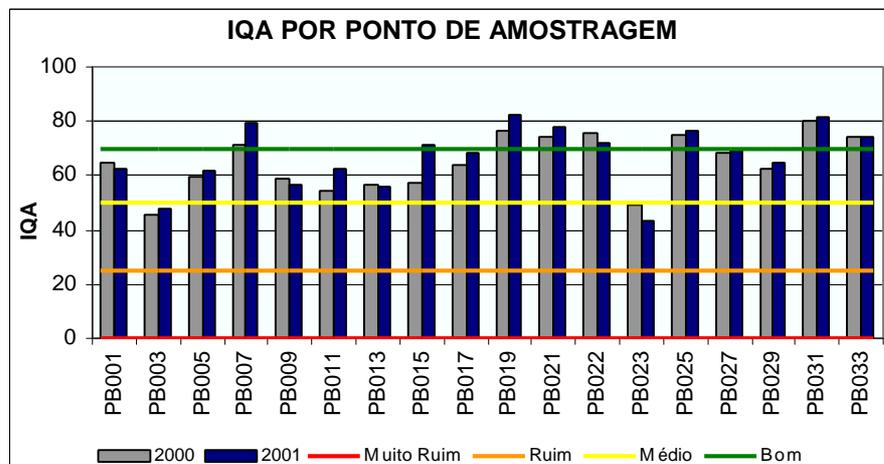


Figura 8: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRHs PN1, PN2 e PN3

BACIA DO RIO DOCE

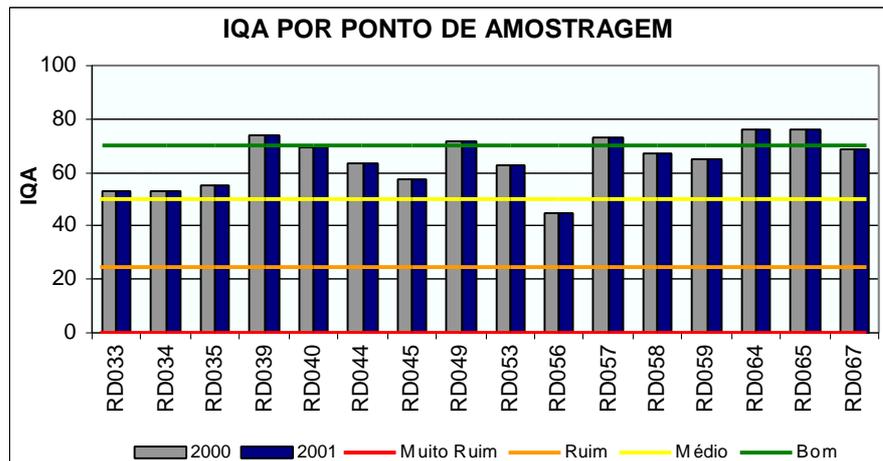
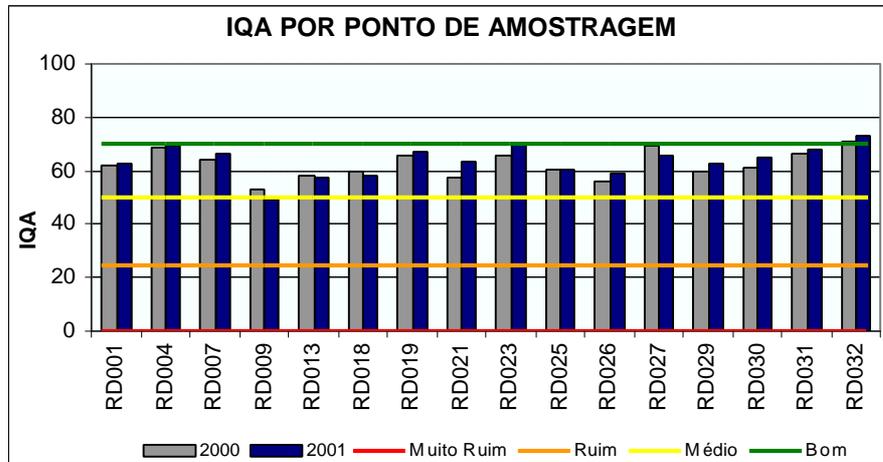


Figura 9: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs DO1 a DO5

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

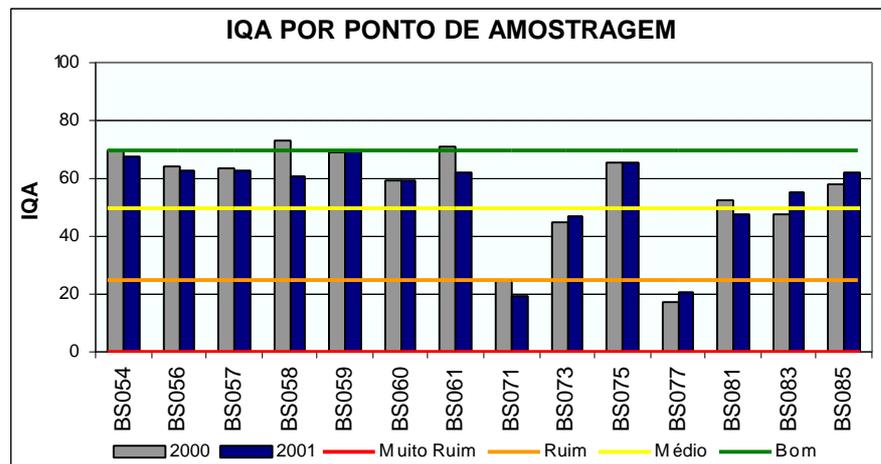
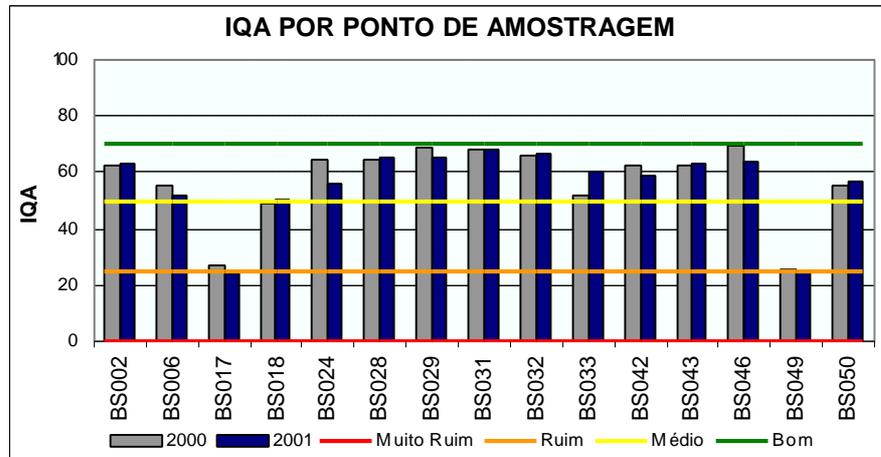


Figura 10: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPRHs PS1 e PS2

BACIAS DOS RIOS JEQUITINHONHA, PARDO E MUCURI

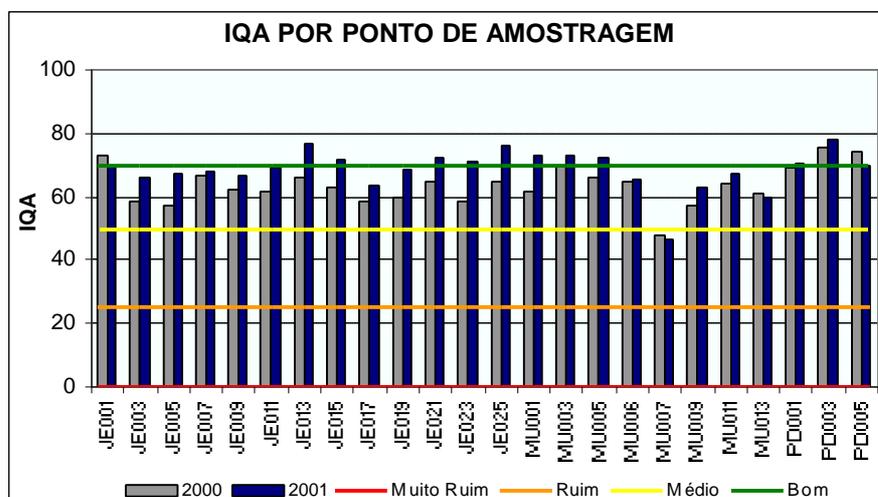


Figura 11: Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRHs JQ1 a JQ3, MU1 e PA1

Em relação à Contaminação por Tóxicos (Figuras 13 a 23), observa-se um predomínio da contaminação alta, como nos anos anteriores. Os principais responsáveis por esta contaminação alta foram os parâmetros cobre, índice de fenóis e amônia. Vale ressaltar que as altas freqüências de contaminação por cobre foram mais expressivas nas bacias do Rio Grande (56%), Rio Doce (52%), São Francisco-Norte (58%), Paraíba do Sul (48%), merecendo destaque a bacia do Rio Paranaíba com registro de 79%. Para o índice de fenóis, as freqüências mais altas foram constatadas na sub-bacia do Rio Paraopeba (64%) e sub-bacia do Rio São Francisco-Sul (50%). A contaminação alta por amônia foi mais freqüente nas bacias do Rio Pará (30%) e Rio Paraopeba (27%). Na bacia do Rio Jequitinhonha houve ocorrência de contaminação alta por cianeto (50%) e zinco (50%).

Índice de fenóis, cobre e amônia juntos, respondem pela maioria das não conformidades com relação aos limites de classe de enquadramento dos parâmetros avaliados na determinação da contaminação por tóxicos, conforme apresentado na Figura 12. O índice de fenóis corresponde a 46,8% do total dessas não conformidades.

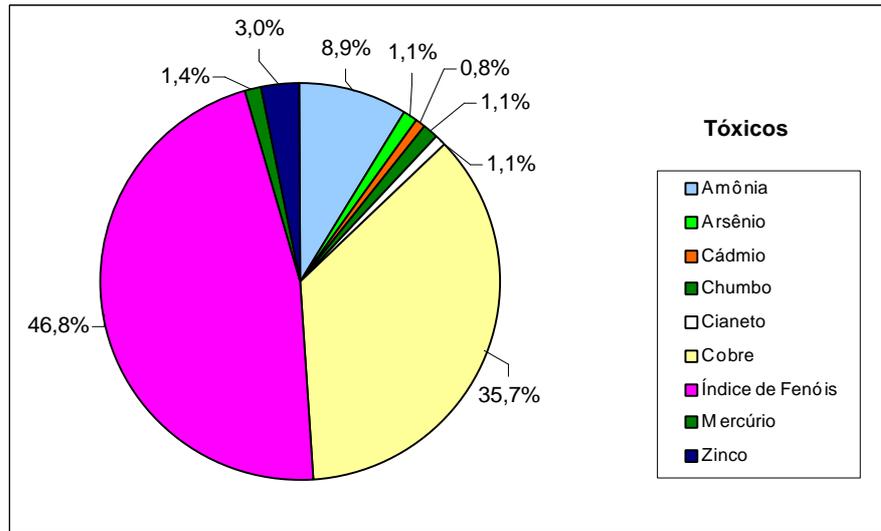


Figura 12: Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.

Comparando os dados de 2000 e 2001, foi observada a redução nas ocorrências de índice de fenóis, bem como de amônia, embora de forma menos expressiva. A concentração de cobre, em desconformidade com a legislação vigente, aumentou do total das amostragens de 15%, no ano 2000, para 35,7% em 2001, evidenciando assim, uma situação significativamente agravante com relação a esse parâmetro.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

São Francisco Sul

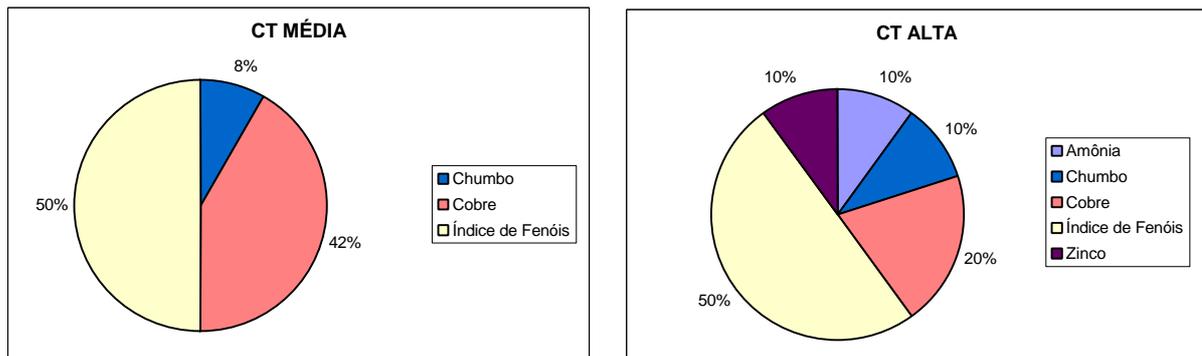


Figura 13: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs SF1 e SF4

Sub-Bacia do Rio Pará

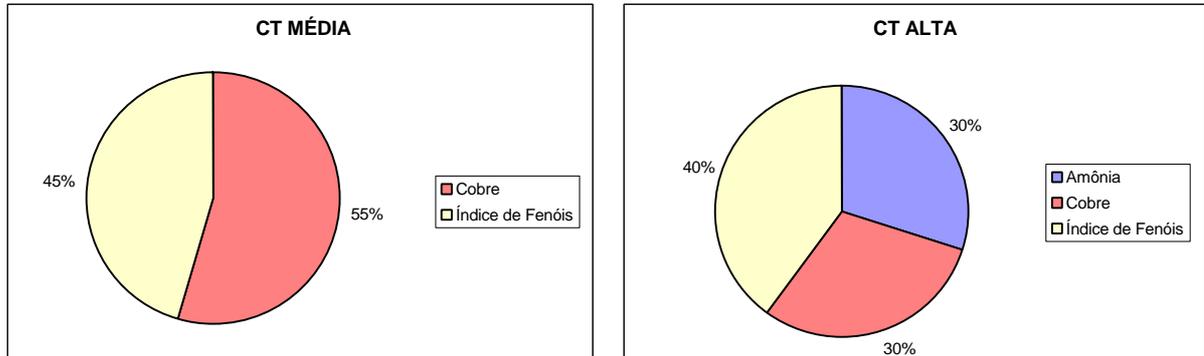


Figura 14: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRH SF2

Sub-Bacia do Rio Paraopeba

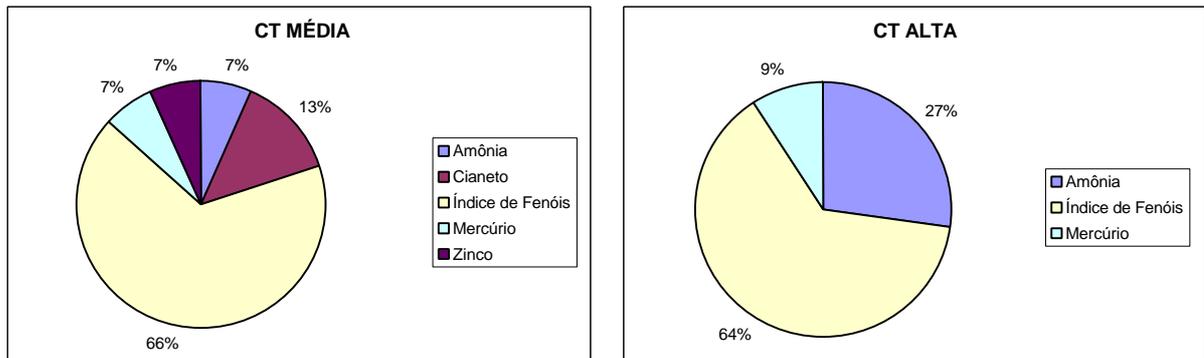


Figura 15: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRH SF3

São Francisco Norte

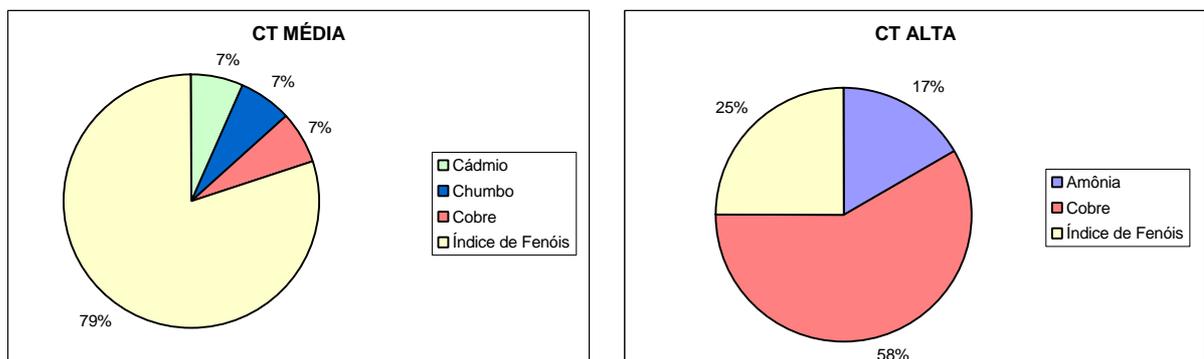


Figura 16: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

Sub-Bacia do Rio das Velhas

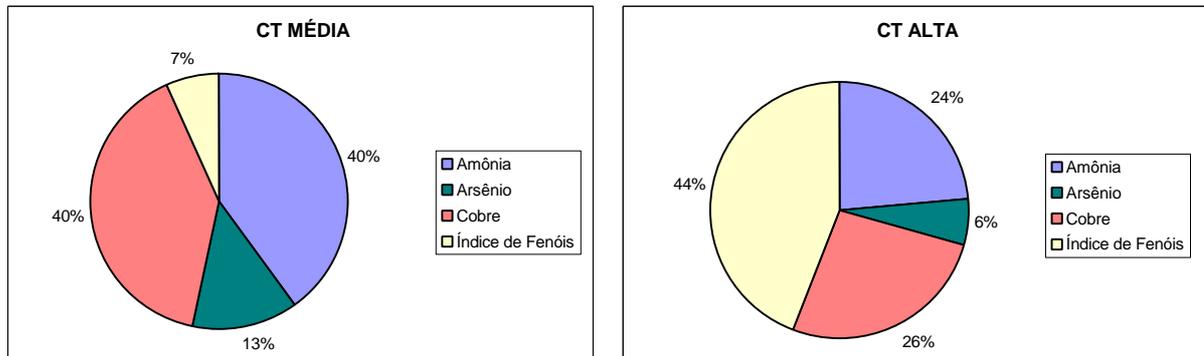


Figura 17: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRH SF5

BACIA DO RIO GRANDE

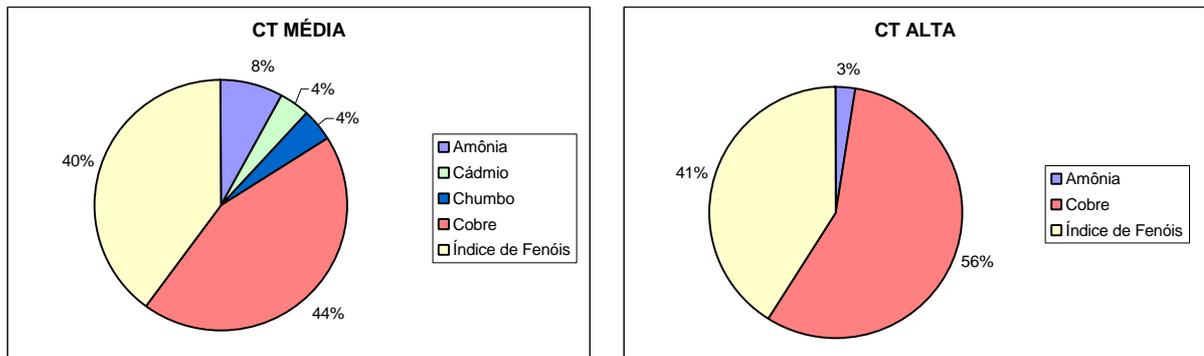


Figura 18: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO PARANAIBA

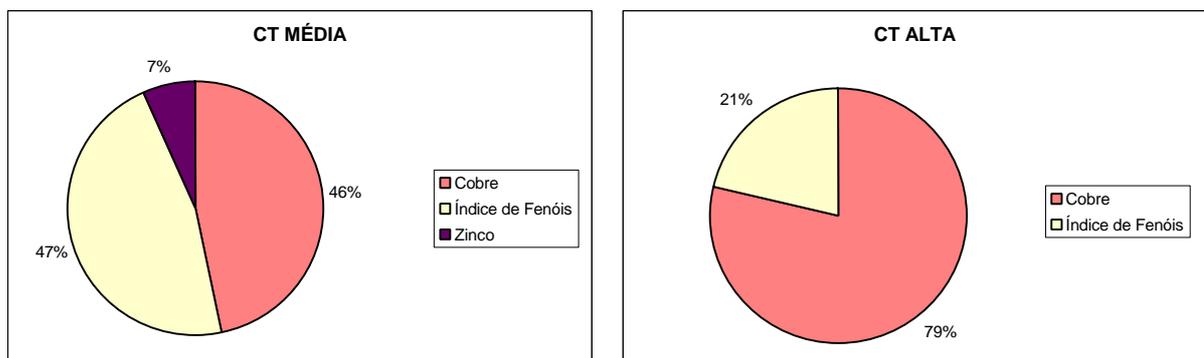


Figura 19: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs PN1, PN2 e PN3

BACIA DO RIO DOCE

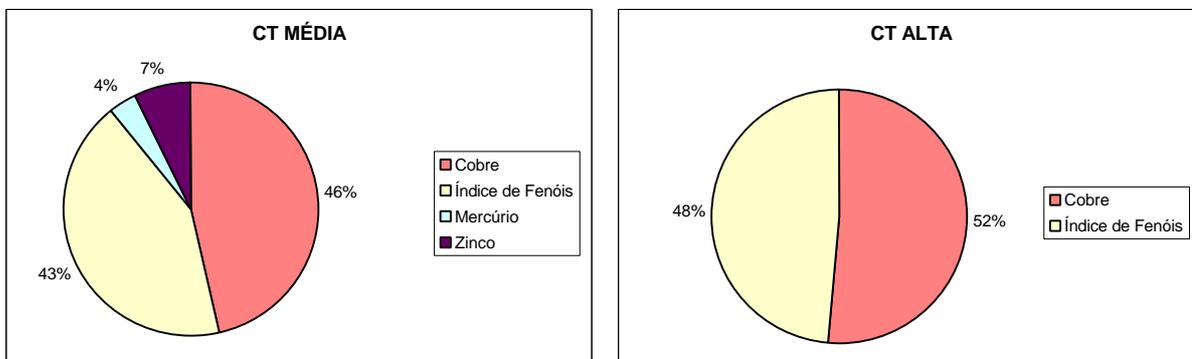


Figura 20: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs DO1 a DO5

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

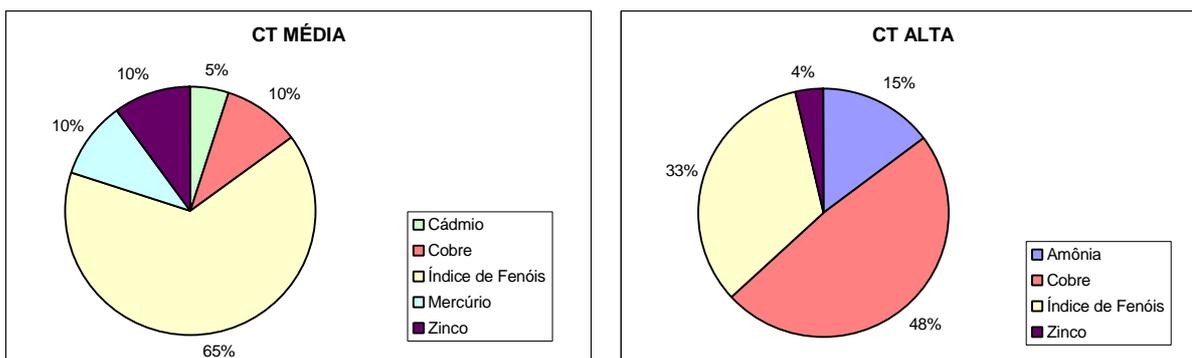


Figura 21: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs PS1 e PS2

BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

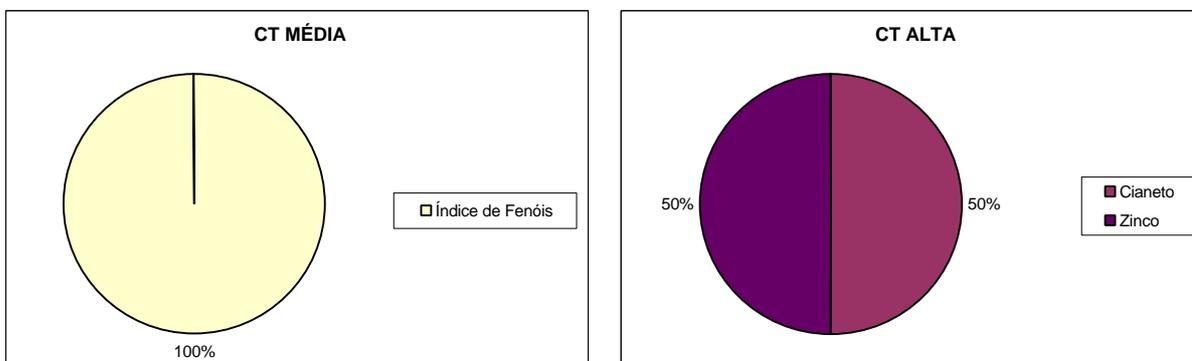
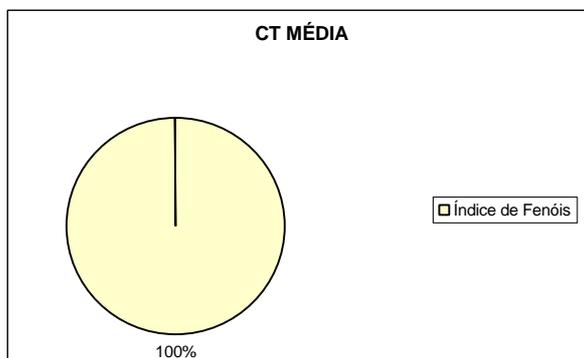


Figura 22: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs JQ1 a JQ3

BACIA DO RIO PARDO



BACIA DO RIO MUCURI

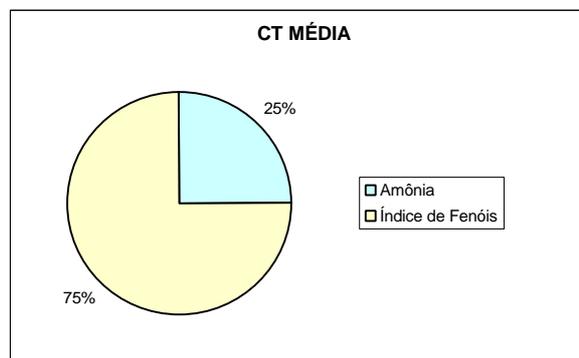


Figura 23: Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos média nas bacias hidrográficas UGRHs PA1 e MU1

As Figuras 24 a 33 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 do Rio Doce, Grande e Paraíba do Sul, onde o alumínio se destacou em maior quantidade e do Rio São Francisco-Sul que registrou as maiores ocorrências para o índice de fenóis.

A situação indesejada para o fosfato é atribuída ao limite definido na legislação DNCOPAM 10/86, considerado muito restritivo para as condições naturais das águas estado, porém existem registros de teores críticos decorrentes de lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais em muitos dos cursos d'água monitorados.

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

São Francisco Sul

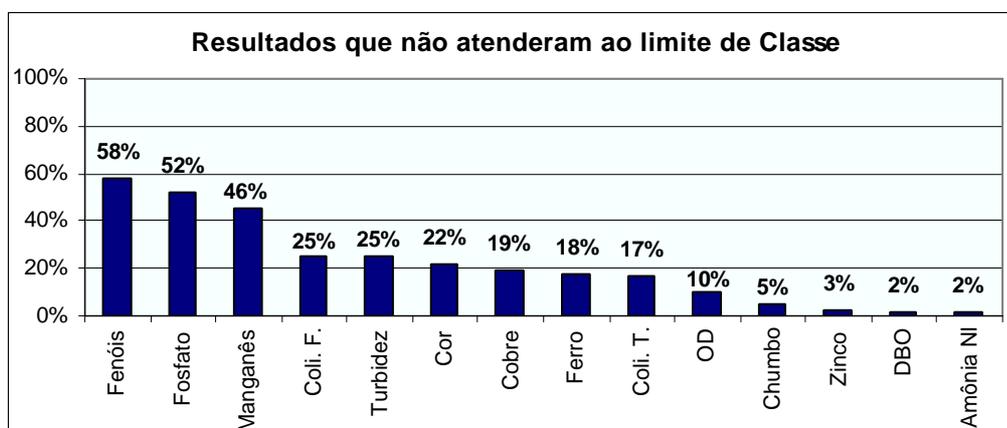


Figura 24: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UGRHs SF1 e SF4

Sub-Bacia do Rio Pará

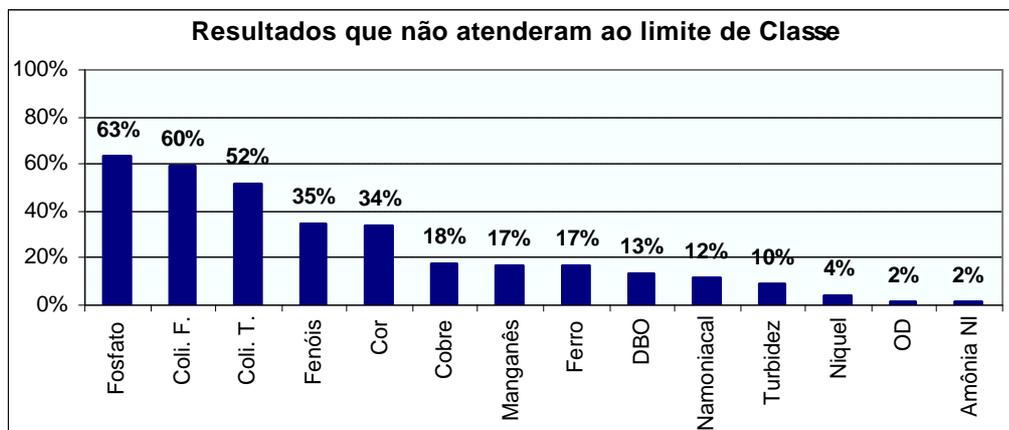


Figura 25: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UGRH SF2

Sub-Bacia do Rio Paraopeba

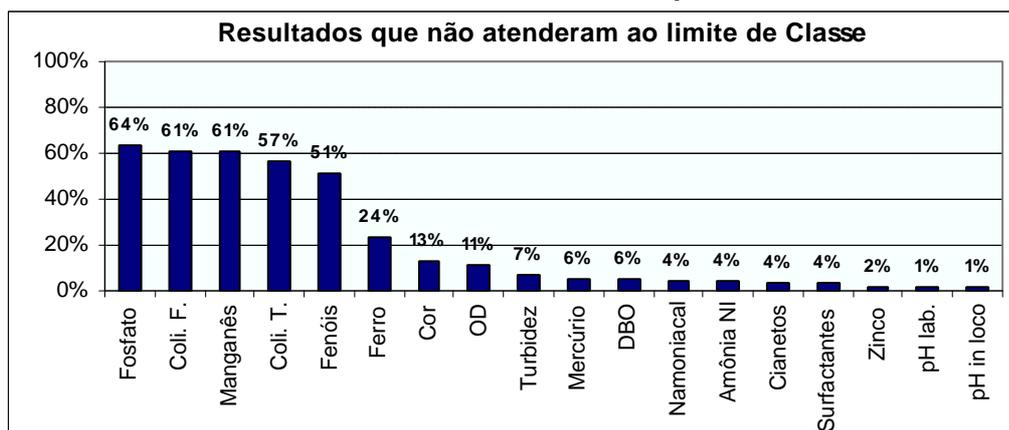


Figura 26: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UGRH SF3

São Francisco Norte

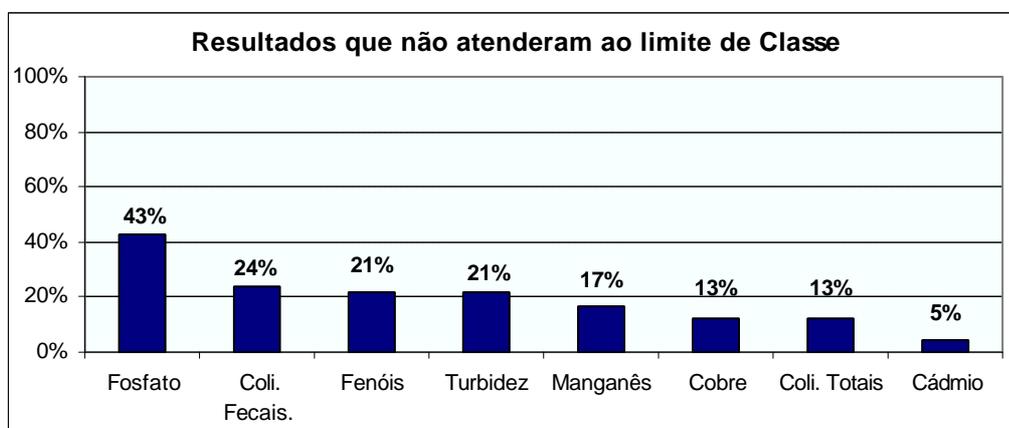


Figura 27: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

Sub-Bacia do Rio das Velhas



Figura 28: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRH SF5

BACIA DO RIO GRANDE

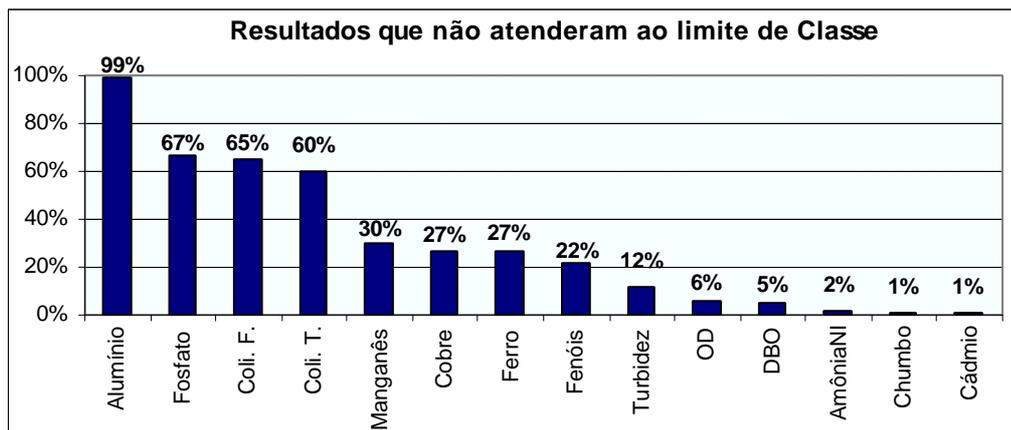


Figura 29: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação - UPGRHs GD1 a GD8

BACIA DO RIO PARANAIBA

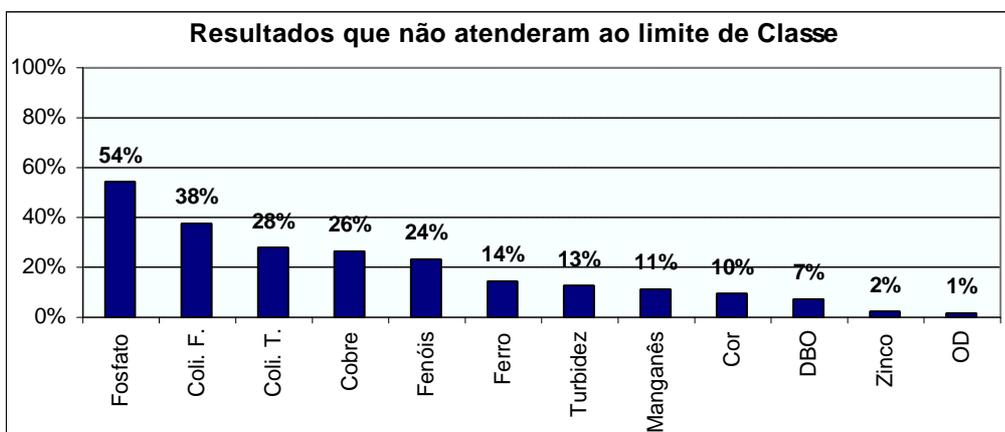


Figura 30: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRHs PN1, PN2 e PN3

BACIA DO RIO DOCE

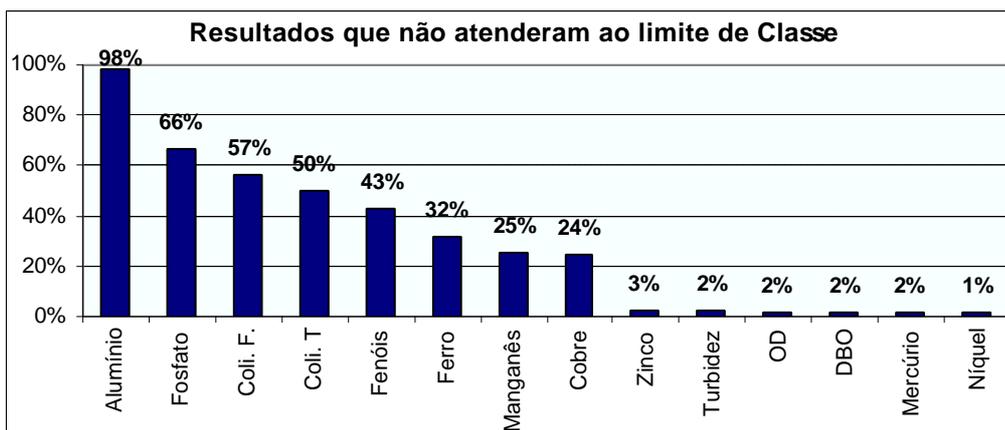


Figura 31: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRHs DO1 a DO5

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

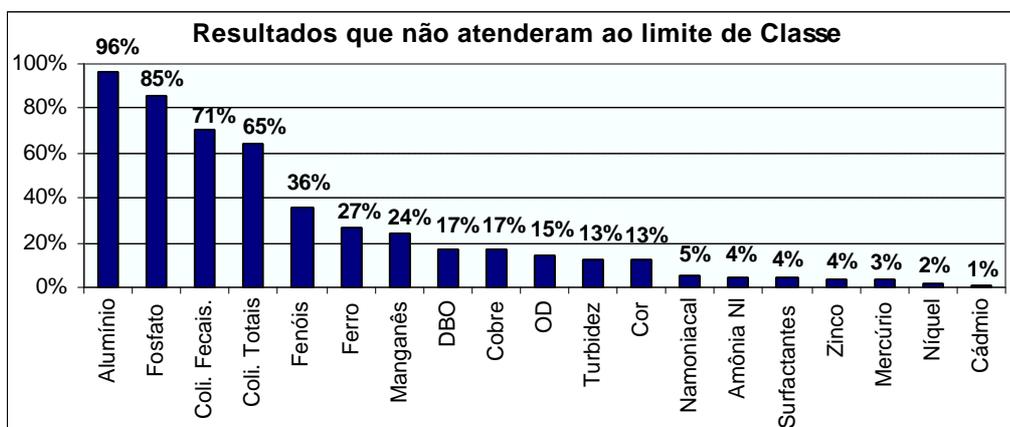


Figura 32: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRHs PS1 e PS2

BACIAS DOS RIOS PARDO, JEQUITINHONHA E MUCURI

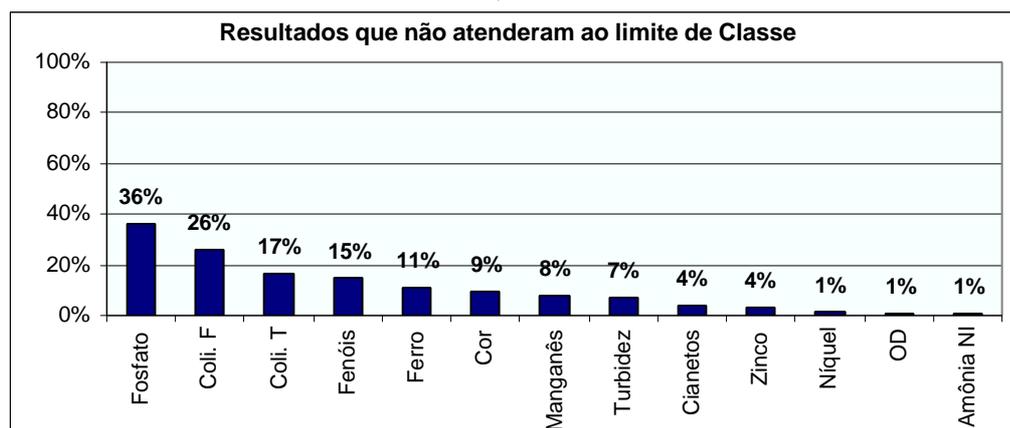


Figura 33: Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1

A Figura 34 mostra a ocorrência de metais em desacordo com o limite estabelecido pela legislação em todo o estado de Minas Gerais. Os parâmetros que apresentaram maior desconformidade foram o alumínio e o manganês com respectivamente, 97,8 e 29,4% da incidência de metais em desacordo com a legislação ambiental. Contudo, deve-se observar que os metais, com algumas exceções, não são monitorados nas campanhas intermediárias, ou até mesmo todas as estações de amostragem, como é o caso do alumínio. Também merecem menção, em função dos números considerados significativos de não atendimento aos padrões, as espécies ferro solúvel (19,7%) e cobre (17,7%).

O manganês, o ferro e o alumínio são considerados importantes constituintes dos solos (substratos) do estado de Minas Gerais, sendo, portanto, considerados constituintes naturais das águas que drenam o território mineiro. Contudo, a constatação de teores extremamente elevados desses elementos denotam a existência de atividades de metalurgia, mineração ou

manejo do solo sem os procedimentos adequados para preservação da integridade dos sistemas aquáticos.

ESTADO DE MINAS GERAIS – 2001

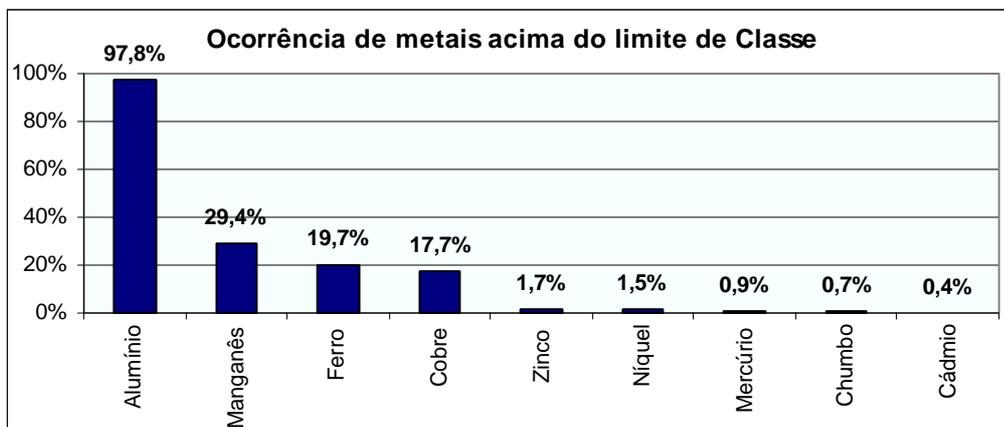


Figura 34: Frequência da ocorrência de metais acima dos limites da legislação

Dos demais parâmetros que não atenderam ao limite de classe de enquadramento em todo o estado (Figura 35) verificou-se principalmente as seguintes ocorrências no total das amostras analisadas: 62,2% de fosfato total, 52,7% de coliformes fecais e 32,7% de índice de fenóis.

ESTADO DE MINAS GERAIS - 2001

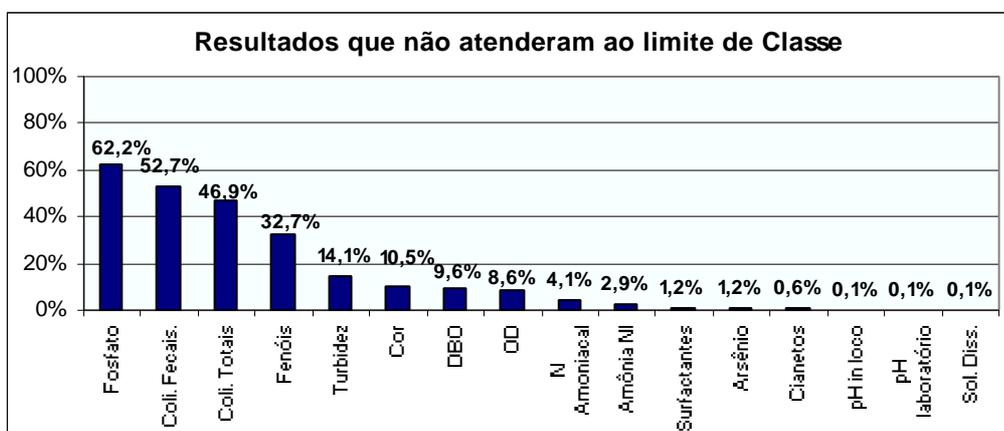


Figura 35: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites da legislação.

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 está associado à presença de compostos fenólicos em desinfetantes domésticos.

7. Caracterização Geral do Rio São Francisco - Sul

Caracterização Geral da Bacia

Área de Drenagem	32.300 km ²
Municípios com sede na bacia	35 municípios
População (IBGE, 2000)	331.853 Urbana
	65.010 Rural
Outorgas Superficiais 2001	2,164 m ³ /s
Outorgas Subterrâneas 2001	777,6 m ³ /h

Principais Constituintes

Rio São Francisco, Canal do Ribeirão Água limpa, Ribeirão da Ajuda, Ribeirão da Mutuca, Ribeirão da Usina, Ribeirão dos Almeidas, Ribeirão dos Veados, Ribeirão Marmelada, Ribeirão Sujo, Rio Abaeté, Rio Areado, Rio Bambuí, Rio Borrachudo, Rio Indaiá, Rio Piúí, Rio Samburá, Rio São Domingos, Rio São Mateus e Rio Santo Antônio.

Usos do Solo

No alto curso do Rio São Francisco e no Rio Indaiá, identifica-se a exploração de diamante. A exploração de calcário é verificada na sub-bacia dos rios Preto e São Miguel (Arcos e Pains). Das cabeceiras do Rio São Francisco até o município de Iguatama e no entorno do reservatório de Três Marias estão presentes atividades de agropecuária, pecuária e agricultura.

Usos da Água

Abastecimento doméstico e industrial, dessedentação de animais, geração de energia elétrica, irrigação, pesca e recreação de contato primário.

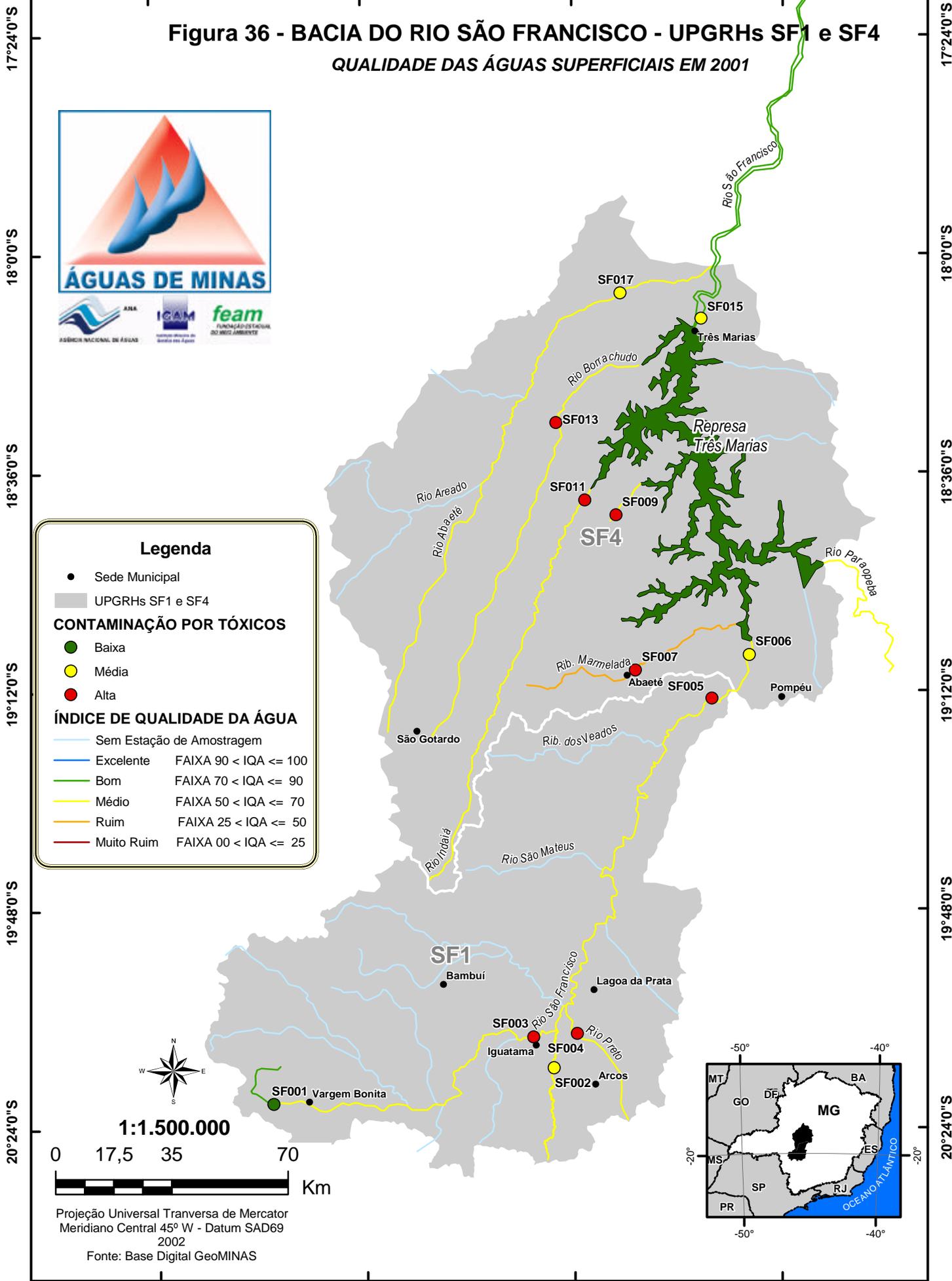
46°48'0"W

46°12'0"W

45°36'0"W

45°0'0"W

Figura 36 - BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPGRHs SF1 e SF4 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2001



Legenda

● Sede Municipal

■ UPGRHs SF1 e SF4

CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS

- Baixa
- Média
- Alta

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

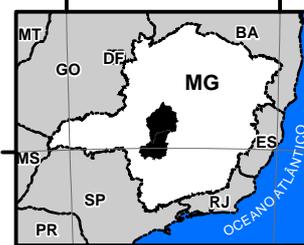
- Sem Estação de Amostragem
- Excelente FAIXA 90 < IQA <= 100
- Bom FAIXA 70 < IQA <= 90
- Médio FAIXA 50 < IQA <= 70
- Ruim FAIXA 25 < IQA <= 50
- Muito Ruim FAIXA 00 < IQA <= 25

1:1.500.000



Projeção Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central 45° W - Datum SAD69
2002

Fonte: Base Digital GeoMINAS



46°48'0"W

46°12'0"W

45°36'0"W

45°0'0"W

17°24'0"S

18°0'0"S

18°36'0"S

19°12'0"S

19°48'0"S

20°24'0"S

17°24'0"S

18°0'0"S

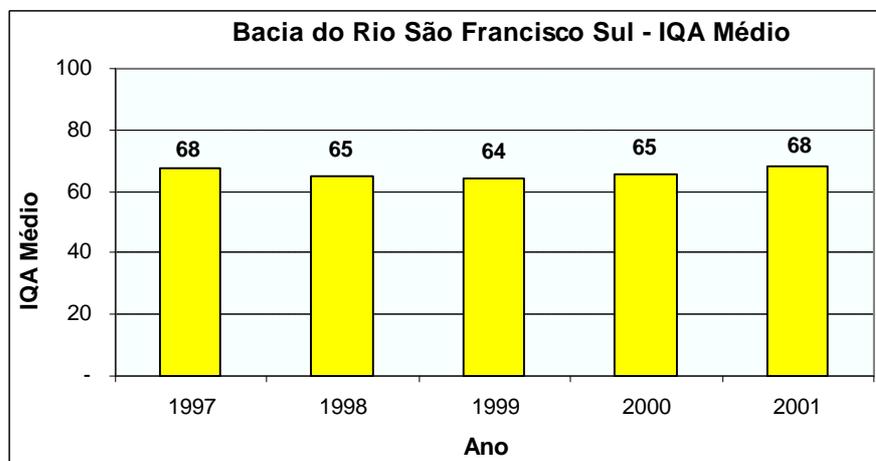
18°36'0"S

19°12'0"S

19°48'0"S

20°24'0"S

Evolução Temporal do IQA Médio na Sub-Bacia do Rio São Francisco Sul



8. Considerações e discussão dos Resultados de 2001

A área neste trabalho denominada Sub-bacia do Rio São Francisco Sul engloba as sub-bacias constituintes do reservatório de Três Marias (exceto as sub-bacias do Rio Pará (UPGRH SF2) e Paraopeba (UPGRH SF3)) e o Rio Abaeté.

Rio São Francisco

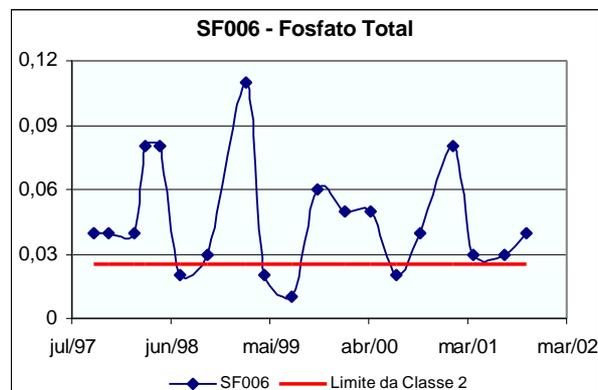
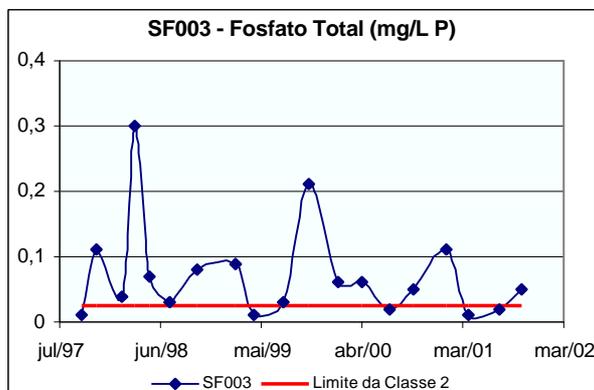
UPGRH SF1 e SF4

Estações de Amostragem: SF001, SF003, SF005, SF006 e SF015.

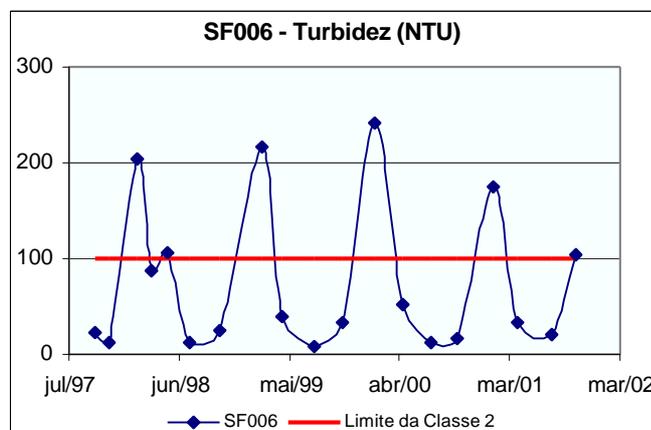
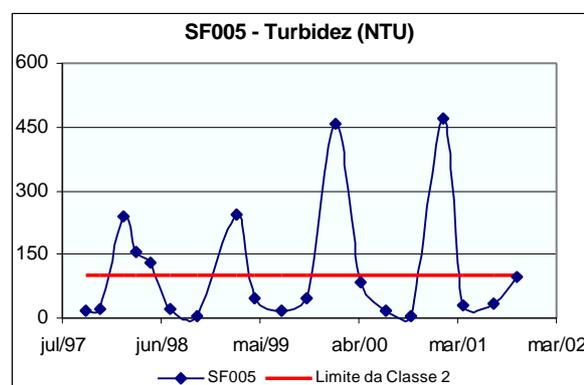
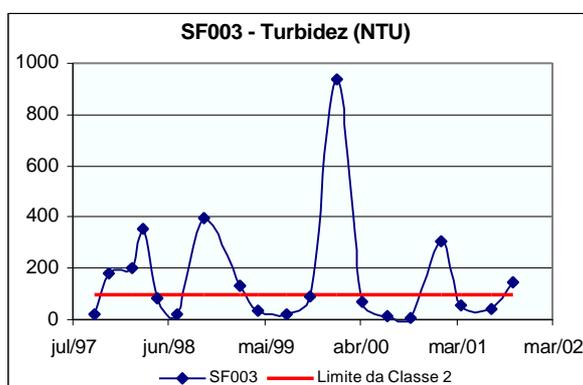
O Índice de Qualidade das Águas no Rio São Francisco foi médio na maioria dos pontos de amostragem, com exceção do trecho a montante da cidade de Vargem Bonita (SF001), a montante e a jusante do reservatório de Três Marias (SF015), que apresentaram índice de qualidade bom. Os parâmetros que influenciaram nos resultados do índice de qualidade das águas desta área foram o oxigênio dissolvido, coliformes fecais, fósforo total e turbidez.

De um modo geral, a contagem de coliformes fecais teve pouca influência na qualidade das águas contudo, foram observados valores acima do limite estabelecido na legislação a montante da cidade de Vargem Bonita (SF001) e na cidade de Iguatama (SF003).

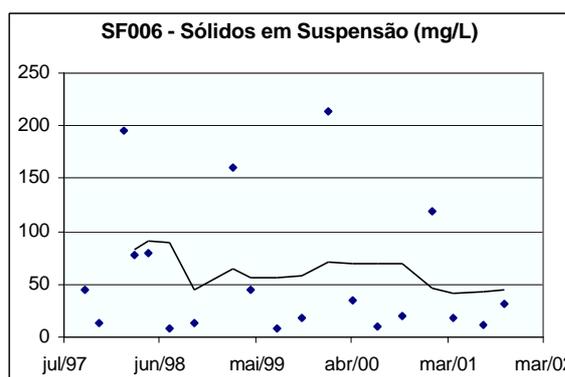
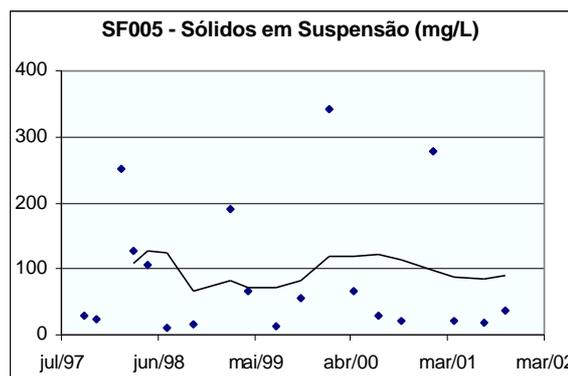
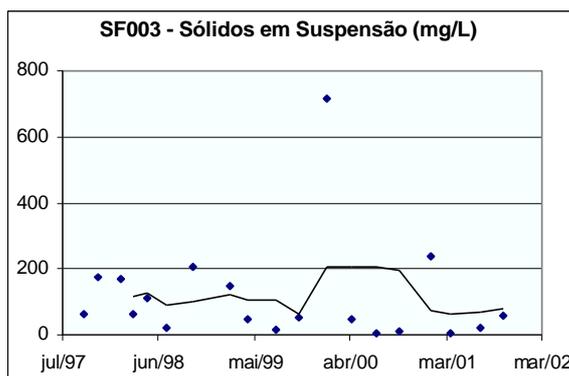
O fósforo total afetou a qualidade das águas do Rio São Francisco na cidade de Iguatama (SF003), nas primeira e quarta campanhas, e a jusante da foz do Rio Pará (SF006) em todas as campanhas de 2001. Isto pode estar associado ao lançamento de esgotos sanitários e atividades agrossilvipastoris desenvolvidas na região.



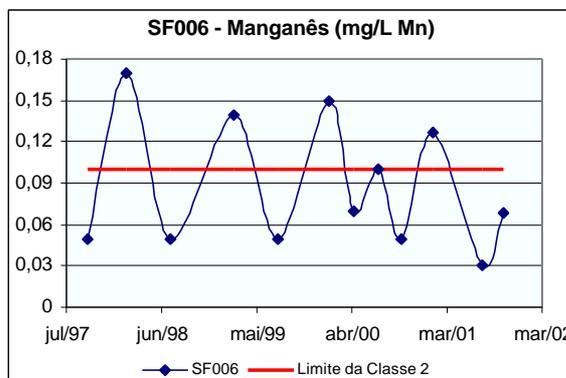
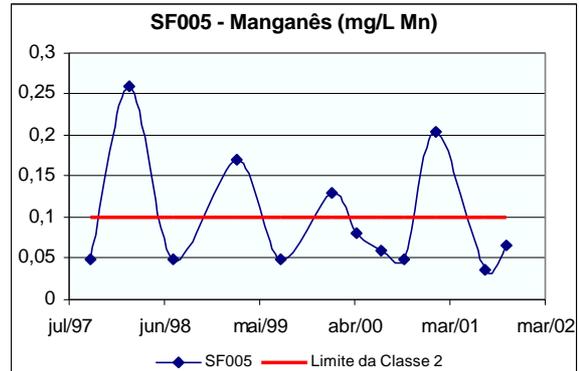
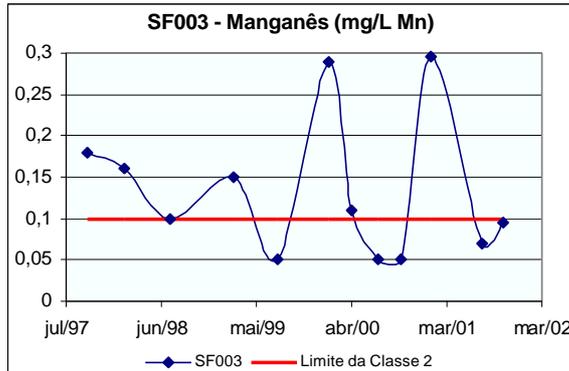
A turbidez apresentou-se acima do padrão da legislação na cidade de Iguatama (SF003) em duas campanhas, a montante do Rio Pará (SF005) e a jusante da foz do Rio Pará (SF006) em pelo menos uma das campanhas de 2001. A turbidez, bem como o fosfato total, apresentou maior desvio na primeira campanha durante o período chuvoso.



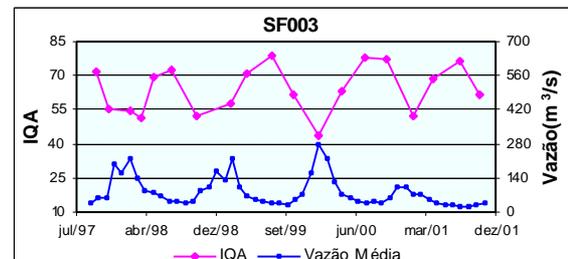
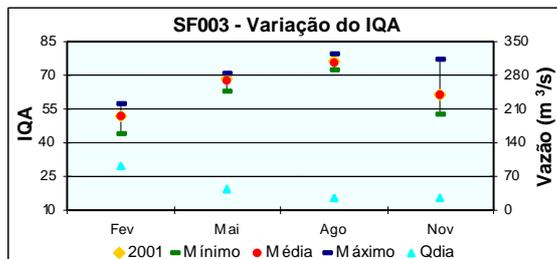
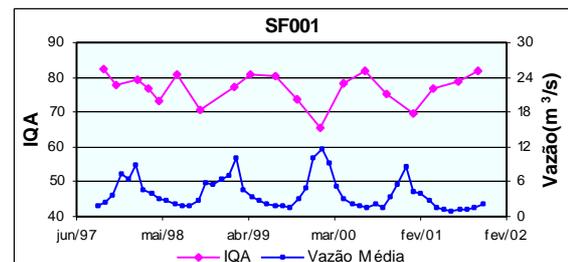
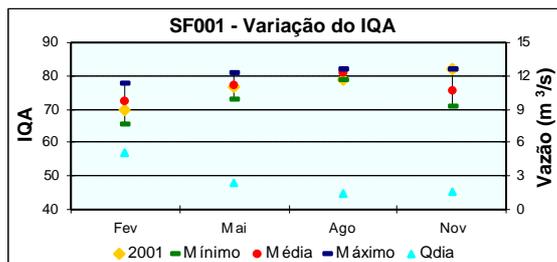
Os sólidos em suspensão também foram altos na primeira campanha de 2001 na cidade de Iguatama (SF003), a montante do Rio Pará (SF005) e a jusante da foz do Rio Pará (SF006). Apesar disso observou-se uma tendência para redução desses valores a partir da segunda campanha de 2001.

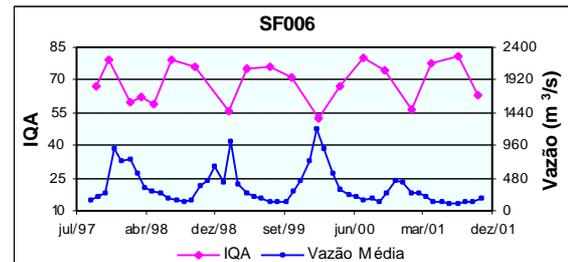
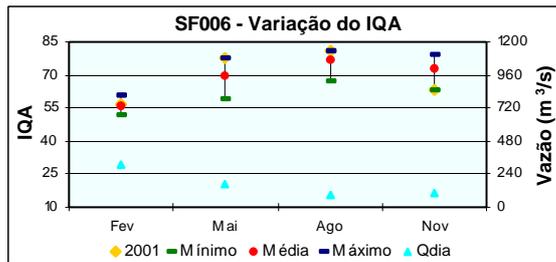
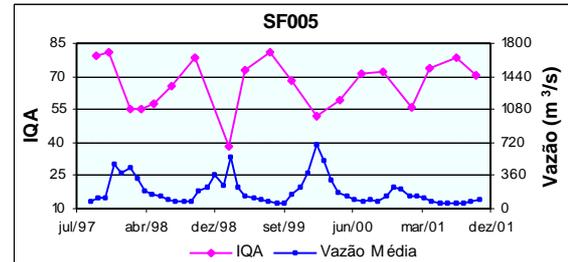
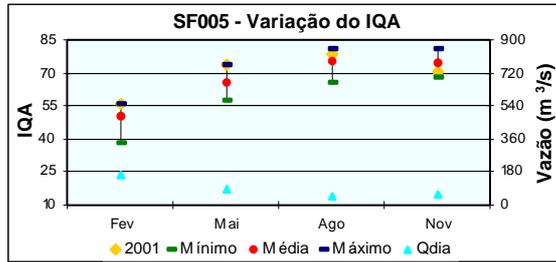


Elevadas concentrações de manganês foram observadas na primeira campanha de 2001 na cidade de Iguatama (SF003), a montante do Rio Pará (SF005) e a jusante da foz do Rio Pará (SF006), possivelmente em função das atividades minerárias desenvolvidas nas áreas de influência destes trechos. Não foram observados teores inaceitáveis de ferro solúvel.

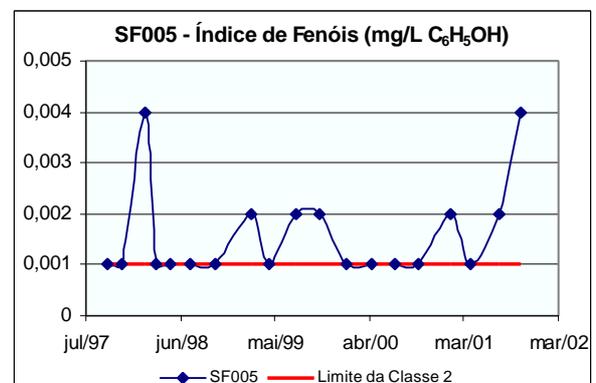
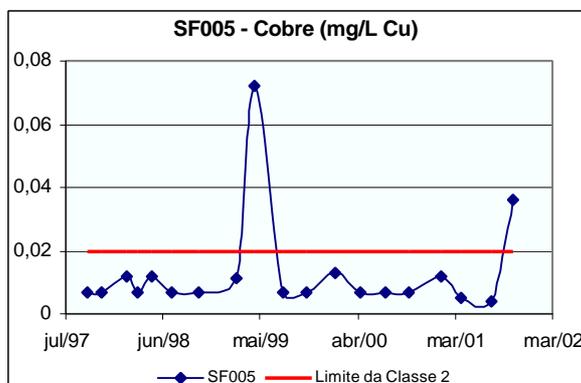
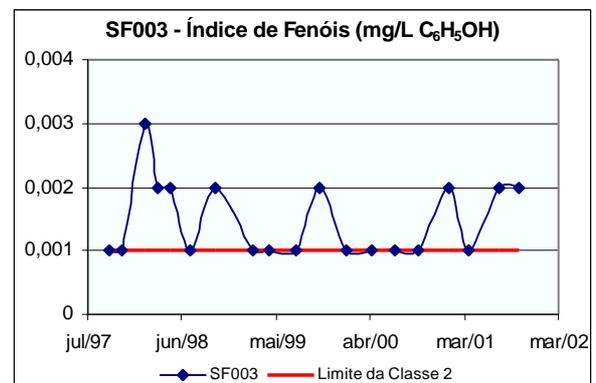
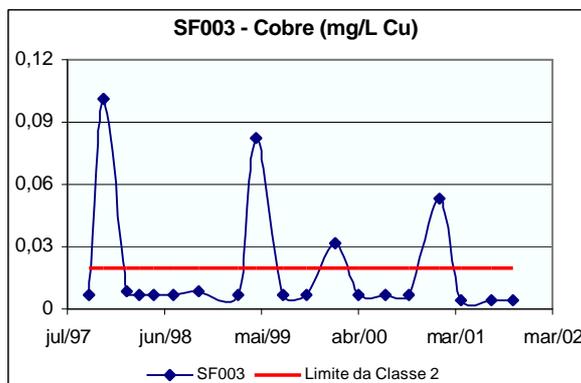


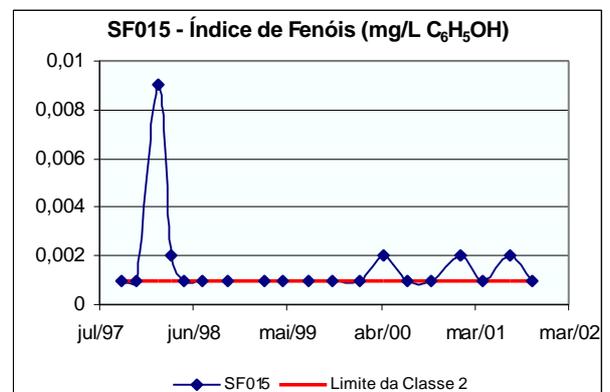
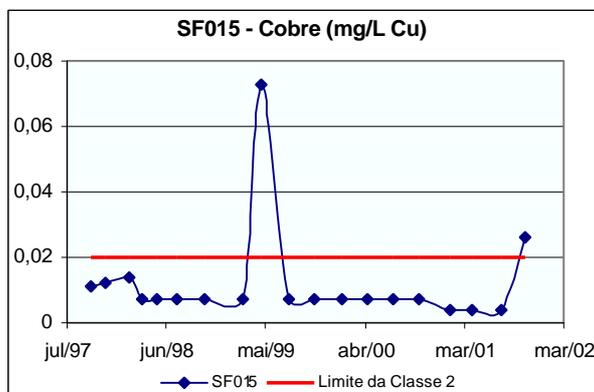
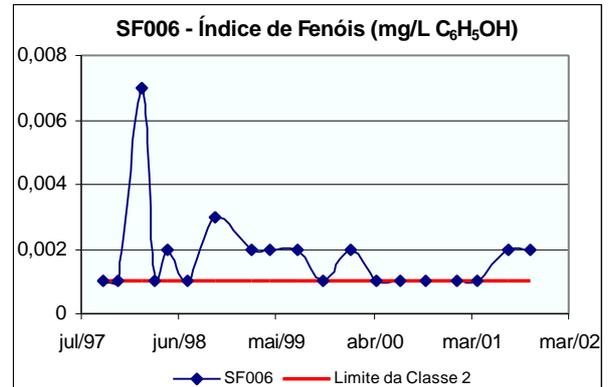
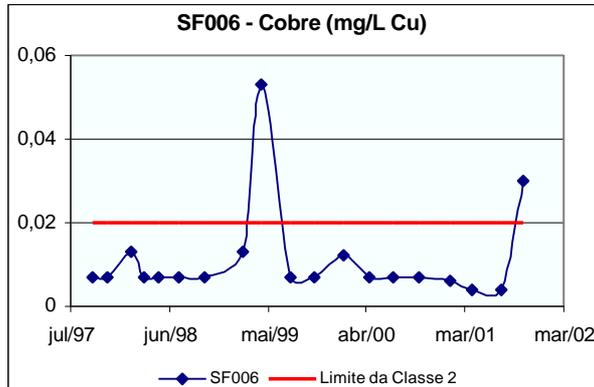
Pode-se verificar que com o aumento da vazão o índice de qualidade diminui no Rio São Francisco a montante da cidade de Vargem Bonita (SF001), na cidade de Iguatama (SF003), a montante do Rio Pará (SF005) e a jusante da foz do Rio Pará (SF006). Isto é um indicativo de poluição difusa causada por mineradoras e ambientes urbanos que atinge esse corpo d'água.



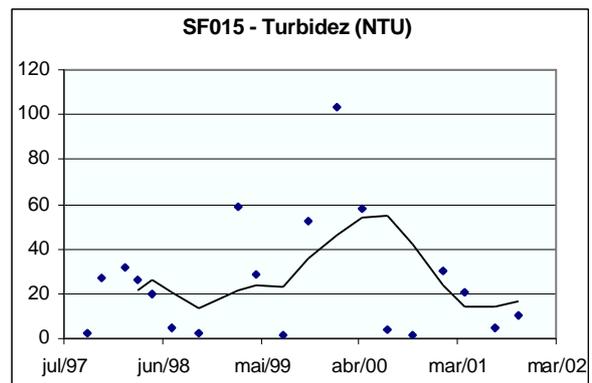
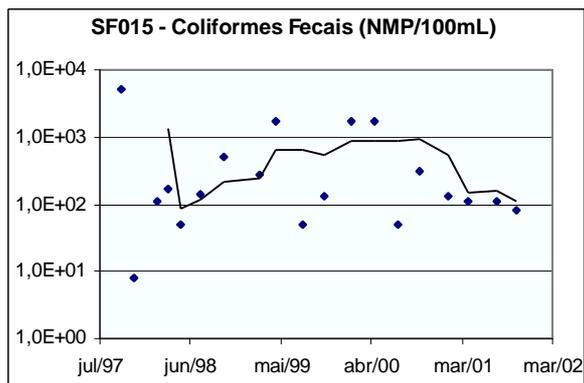


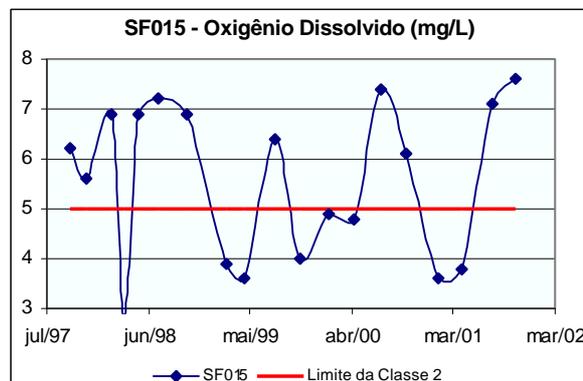
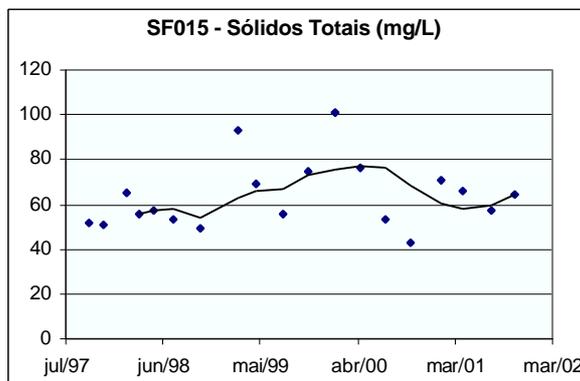
Com relação à contaminação por tóxicos, verificou-se inconformidades nas concentrações de índice de fenóis e cobre na cidade de Iguatama (SF003), a montante do Rio Pará (SF005), a jusante da foz do Rio Pará (SF006) e a jusante do reservatório de Três Marias (SF015), destacando-se a contaminação alta nos dois primeiros pontos e média nos demais.





Contudo, a avaliação da qualidade das águas, segundo o IQA, mostrou uma melhoria comparativamente ao ano anterior no Rio São Francisco a montante e a jusante do Reservatório de Três Marias (SF015), especialmente em função da redução dos parâmetros coliformes fecais, turbidez e sólidos totais. No entanto, há algumas amostras que apresentaram valores para oxigênio dissolvido inferiores ao padrão de qualidade.



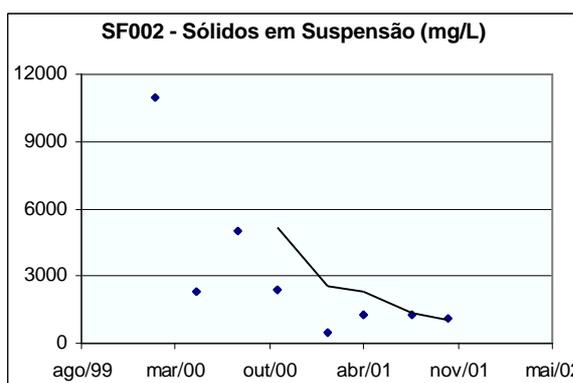
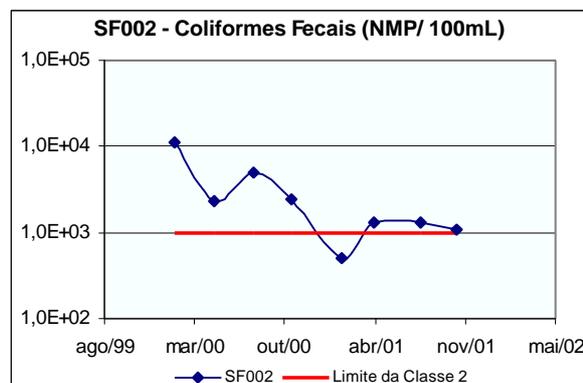
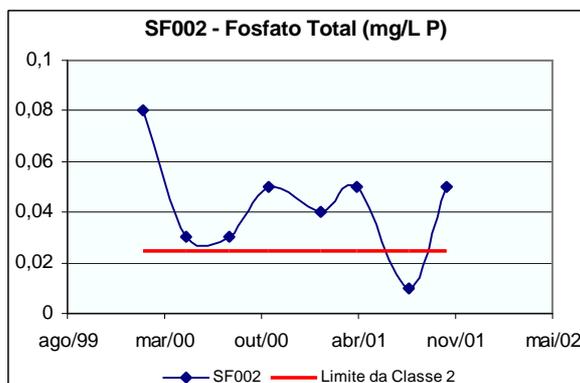


Rio São Miguel

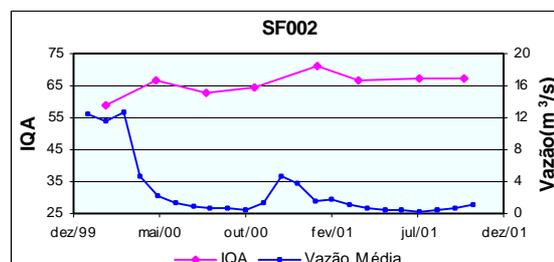
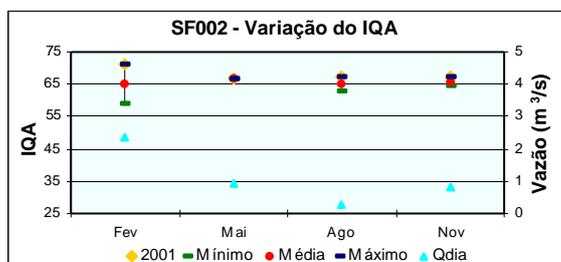
UPGRH SF1

Estações de Amostragem: SF002

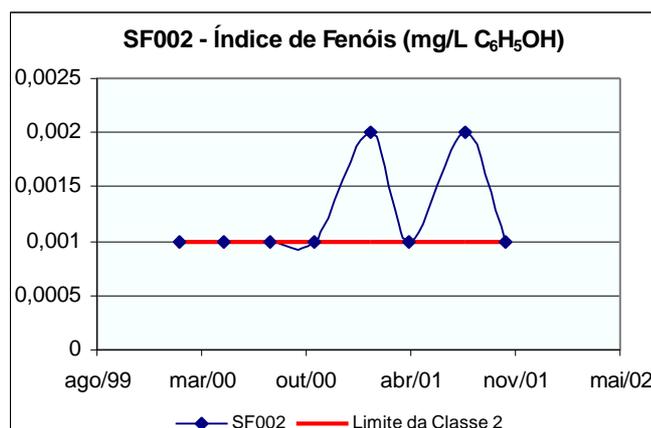
O Rio São Miguel, monitorado a partir de 2000 na localidade de Calciolândia (SF002), apresentou Índice de Qualidade das Águas médio em 2000 e 2001, sendo que na primeira campanha de 2001 verificou-se índice de qualidade bom. A qualidade média referente a 2001 foi decorrente dos seguintes parâmetros: fosfato total e coliformes fecais. Neste corpo d'água também foi constatada inconformidade para os sólidos em suspensão, contudo observa-se uma redução na sua concentração ao longo dos anos.



O baixo índice fluviométrico no Rio São Miguel na localidade de Calciolândia (SF002) pode ser comprovado através dos baixos valores de vazão observados. Nota-se uma certa estabilidade da vazão e do índice de qualidade das águas.



As águas do Rio São Miguel apresentaram contaminação por tóxicos média decorrente da concentração registrada para índice de fenóis acima do limite estabelecido pela legislação.

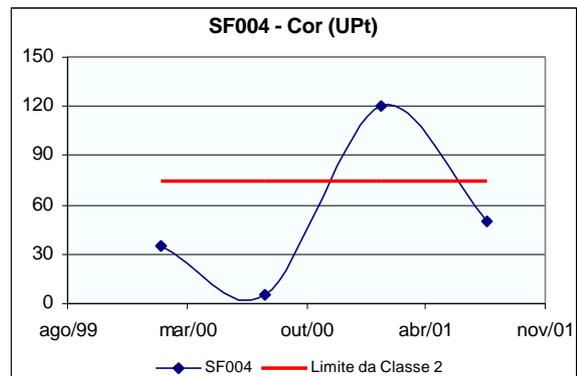
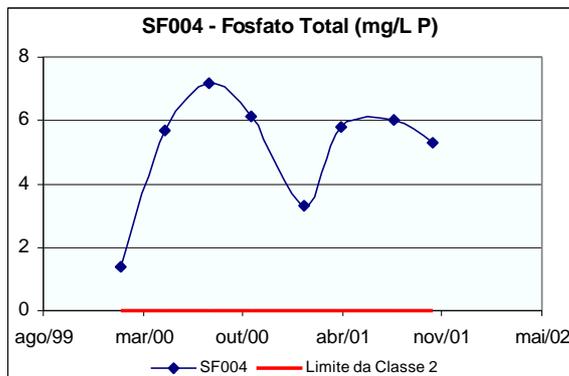
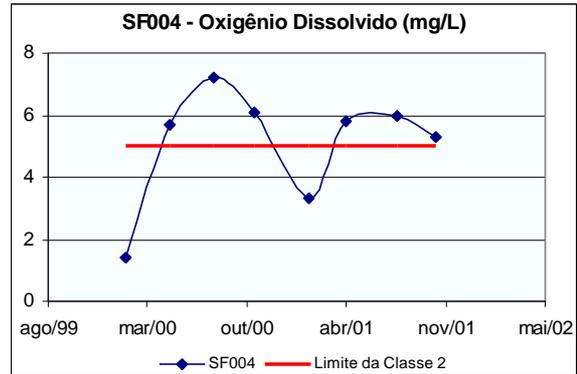
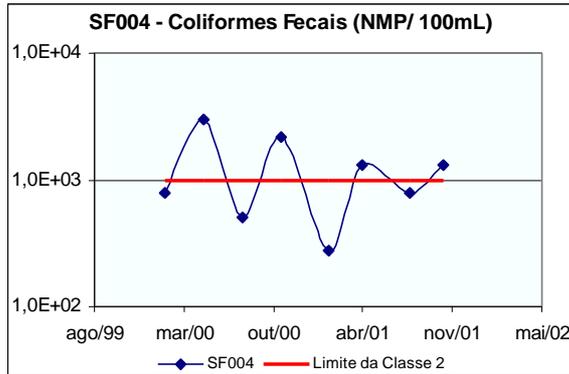


Rio Preto

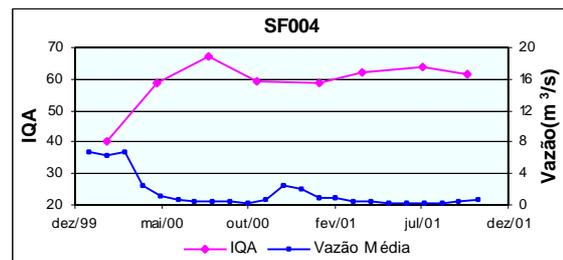
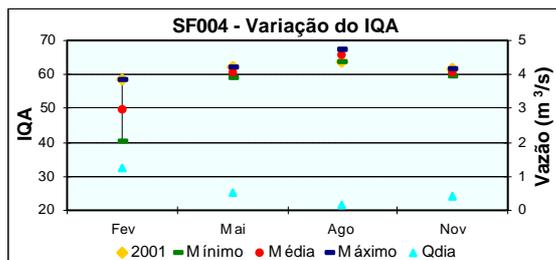
UPGRH SF1

Estações de Amostragem: SF004

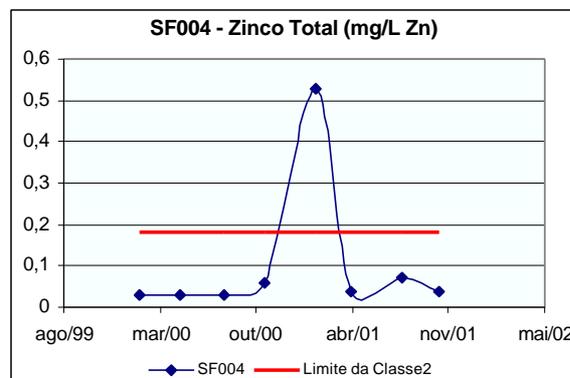
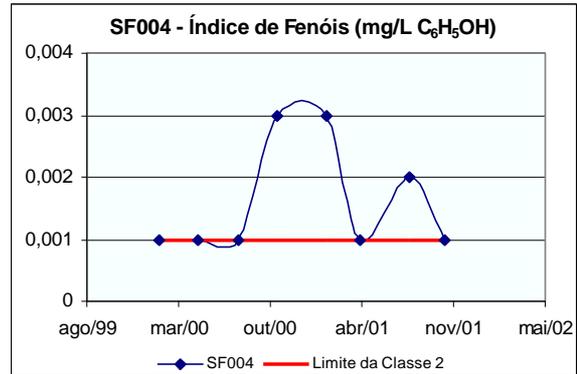
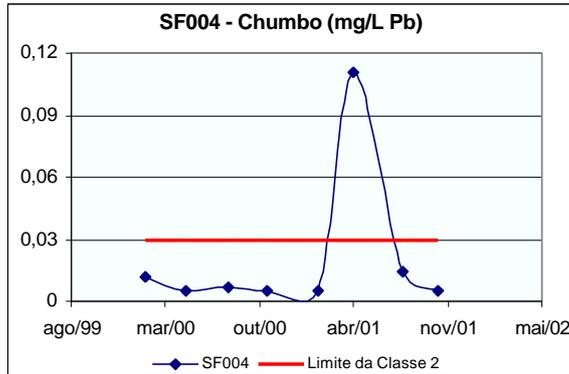
O Rio Preto monitorado a jusante da localidade de Ilha de Baixo (SF004) apresentou Índice de Qualidade das Águas médio no ano 2001, onde foi observada a contaminação por coliformes fecais nas segunda e quarta campanhas, por fosfato total nas três últimas campanhas e baixos teores de oxigênio dissolvido na primeira campanha de 2001. A cor foi analisada apenas nas primeira e terceira campanhas, tendo sido constatado valor acima do limite na primeira campanha.



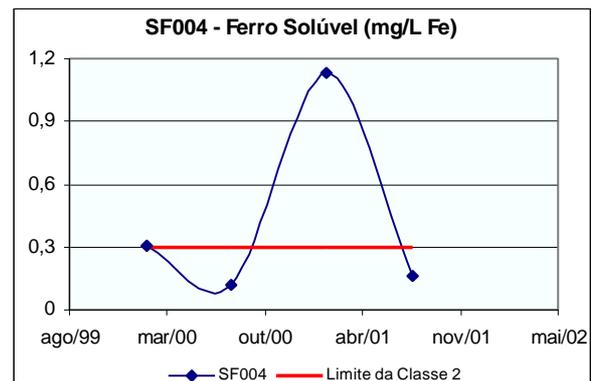
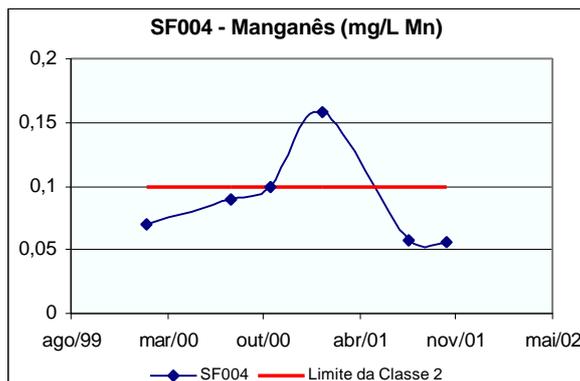
O baixo índice pluviométrico no Rio Preto a jusante da localidade de Ilha de Baixo (SF004) pode ser comprovado através dos baixos valores de vazão observados e não nos fornece uma relação clara entre a vazão e o índice de qualidade das águas.



As águas do Rio Preto apresentaram contaminação por tóxicos alta em decorrência de elevadas concentrações de chumbo, índice de fenóis e zinco, no trecho a jusante da localidade de Ilha de Baixo (SF004). Estes impactos podem estar associados às atividades industriais, especialmente siderúrgicas e cimenteiras, desenvolvidas na região.



Também foram registradas concentrações de ferro solúvel e manganês acima do limite permitido pela legislação na campanha de janeiro. Estes parâmetros podem estar associados às atividades minerárias observadas nesta região.



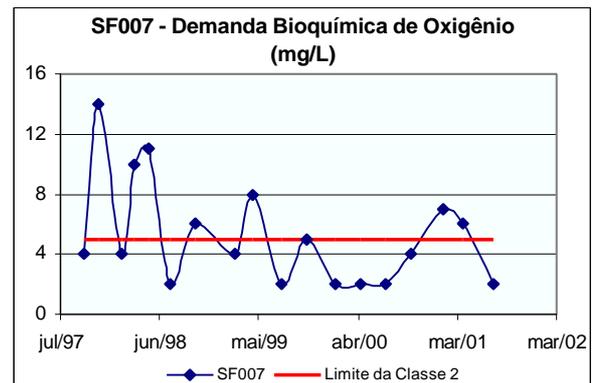
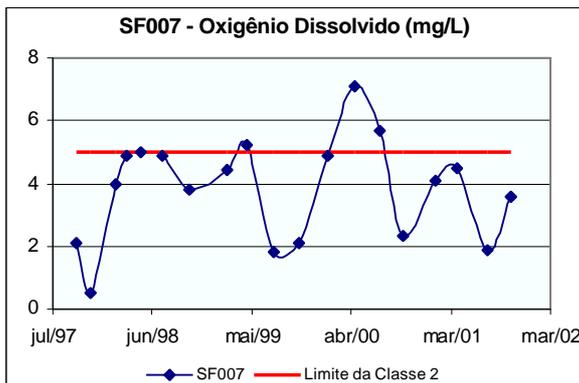
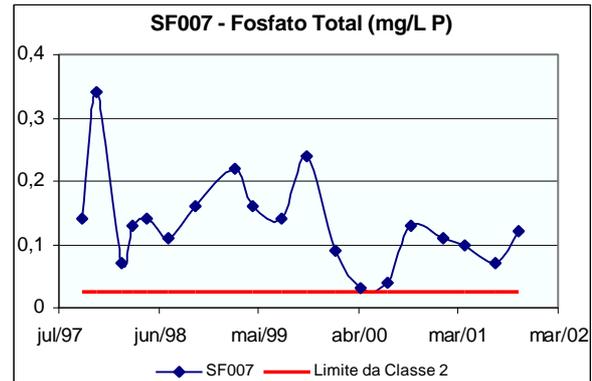
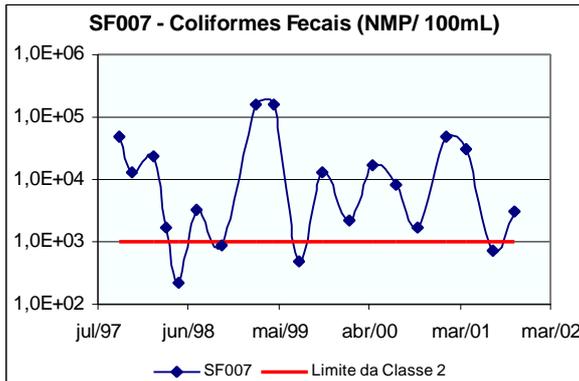
Ribeirão Marmelada

UPGRH SF4

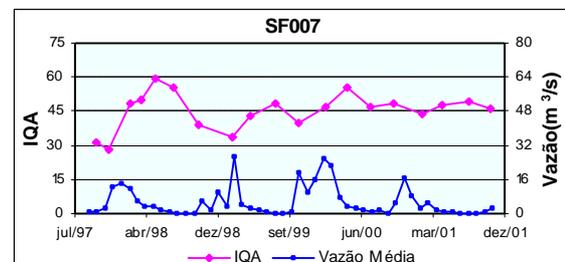
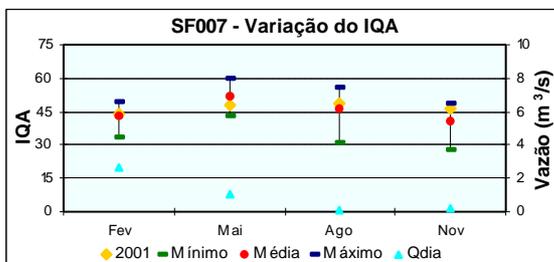
Estações de Amostragem: SF007

O Índice de Qualidade das Águas apontou qualidade ruim em 2001 no Ribeirão Marmelada a jusante da cidade de Abaeté (SF007), semelhante ao

ano anterior. A qualidade das águas deste ribeirão está associada ao baixo índice de oxigênio dissolvido, presença de grandes quantidades de materiais orgânicos representados pela demanda bioquímica de oxigênio, elevado teor de fosfato total e coliformes fecais. Estes resultados podem estar associados ao lançamento de esgotos urbanos e industriais, além das atividades de suinocultura observadas no município de Abaeté.

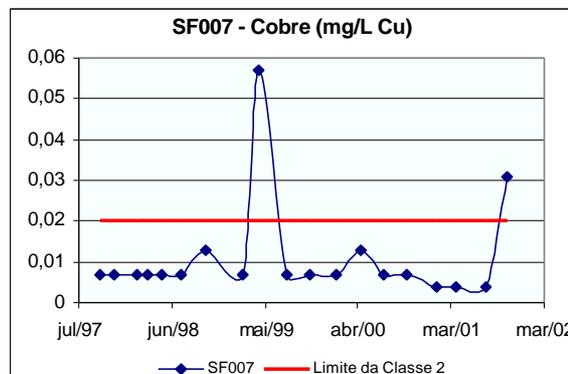
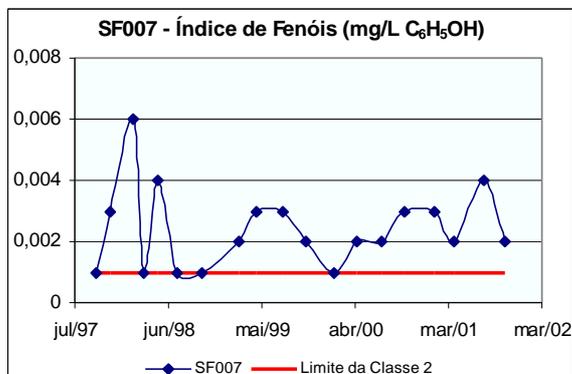


Com o aumento da vazão no Ribeirão Marmelada a jusante da cidade de Abaeté (SF007) na primeira campanha de 2001 o índice de qualidade das águas não sofreu grandes alterações e pôde-se observar uma redução no índice fluviométrico neste curso d'água.

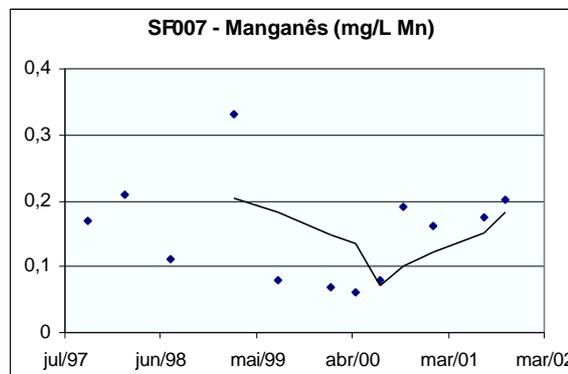
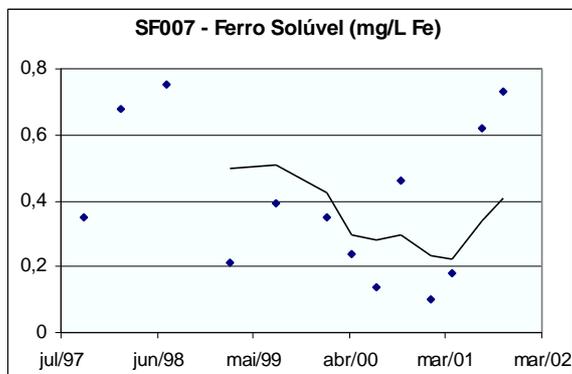


A contaminação por tóxicos em 2001, no Ribeirão Marmelada a jusante da cidade de Abaeté (SF007), foi alta. As substâncias tóxicas que estiveram em desacordo com os padrões de qualidade neste corpo d'água foram: índice de

fenóis com elevadas concentrações em todas as campanhas e o cobre com concentração acima do limite na ultima campanha.



Ressalta-se também a presença de ferro solúvel e manganês em concentrações acima do limite estabelecido na legislação ao longo do Ribeirão Marmelada. O ferro solúvel apresentou-se acima do limite nas terceira e quarta campanhas e o manganês nas três campanhas analisadas. Nota-se que no ano 2001 teve uma elevação da concentração para ambos os metais. Estes parâmetros podem estar associados às atividades minerárias da região de interferência direta nesse curso d'água.

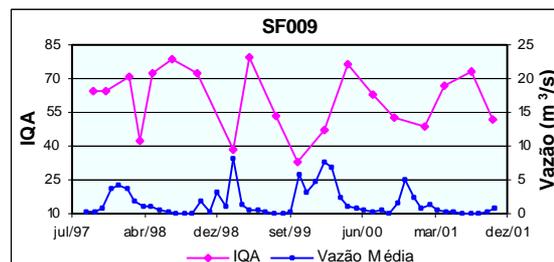
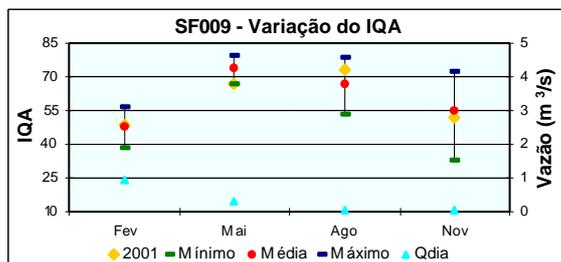


Ribeirão Sucuriú

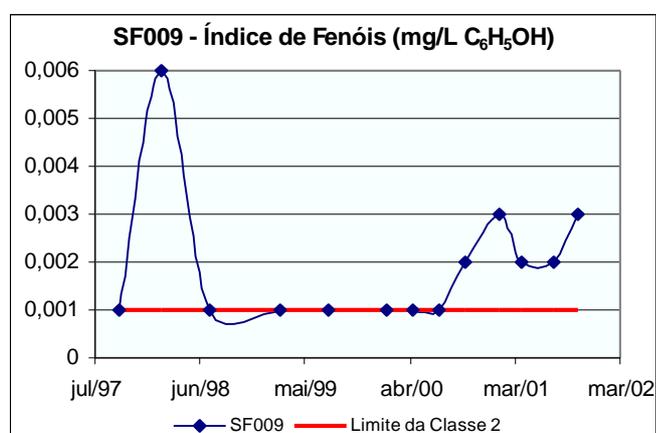
UPGRH SF4

Estações de Amostragem: SF009

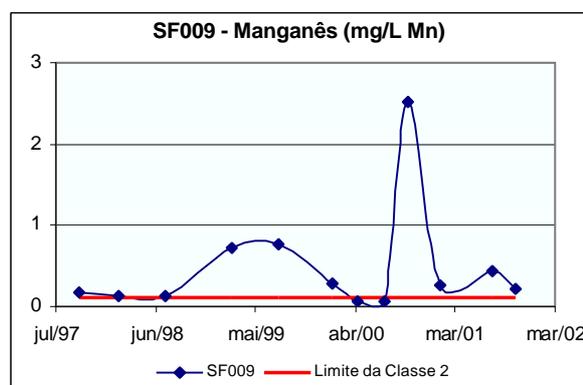
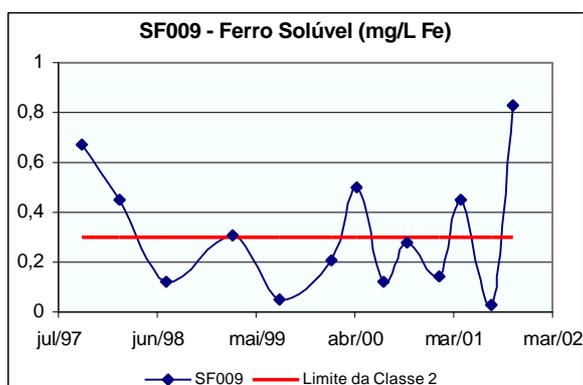
O Ribeirão Sucuriú monitorado a montante do Reservatório de Três Marias (SF009) apresentou Índice de Qualidade das Águas médio no ano 2001, onde foram observadas inconformidades para os parâmetros coliformes fecais, apenas na primeira campanha, fósforo total e turbidez, sendo que estes dois últimos tiveram uma contribuição mais significativa na qualidade das águas neste trecho.



As águas do Ribeirão Sucuriú apresentaram contaminação por tóxicos alta em decorrência das elevadas concentrações de índice de fenóis observadas em todas as campanhas de 2001.



O ferro solúvel e o manganês também apresentaram elevadas concentrações no Ribeirão Sucuriú a montante do Reservatório de Três Marias (SF009). Cabe ressaltar na área de influência direta do Ribeirão Sucuriú a montante do Reservatório de Três Marias (SF009) a existência de atividades minerárias que podem estar contribuindo de forma expressiva nos impactos observados no curso d'água.

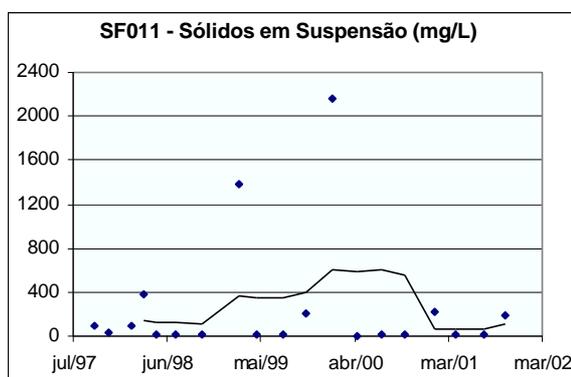
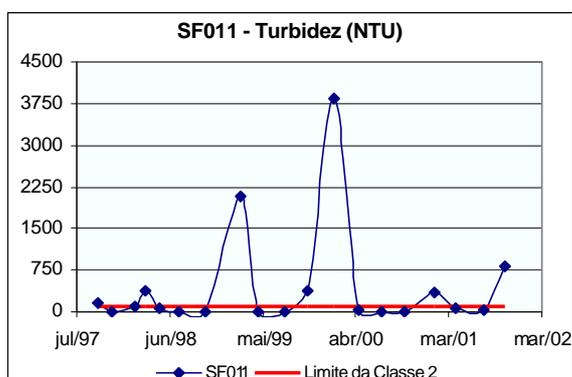
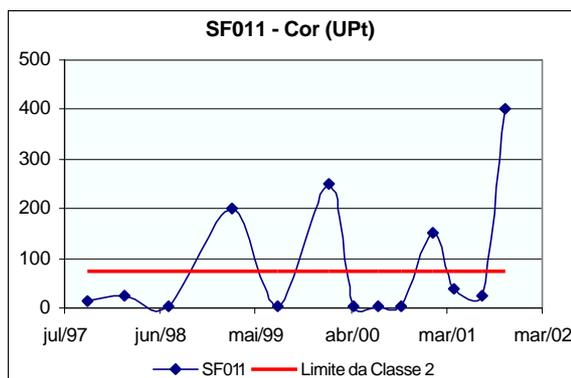
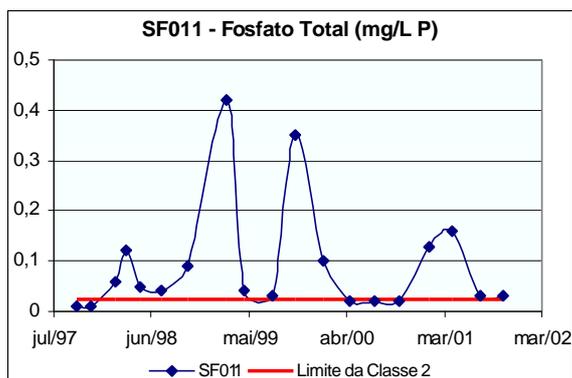


Rio Indaiá

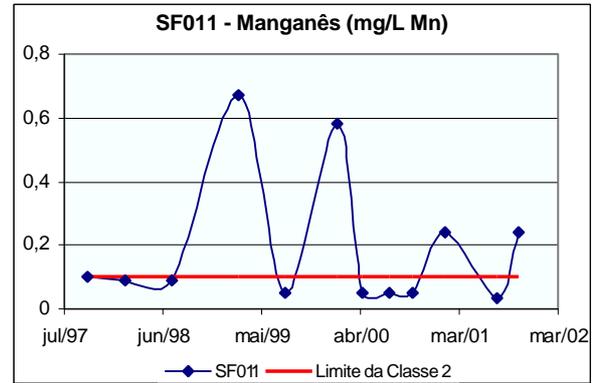
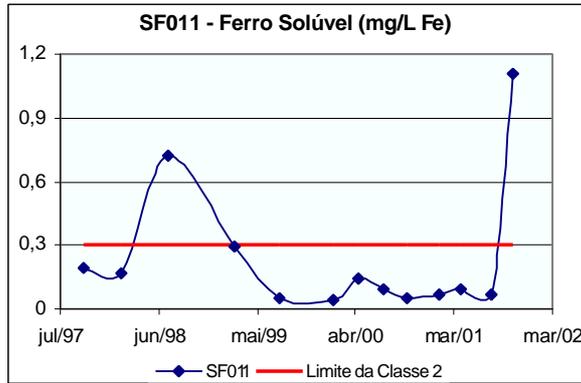
UPGRH SF4

Estações de Amostragem: SF011

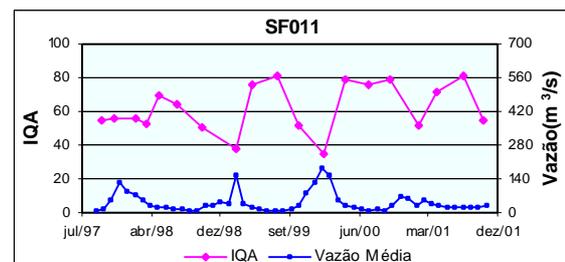
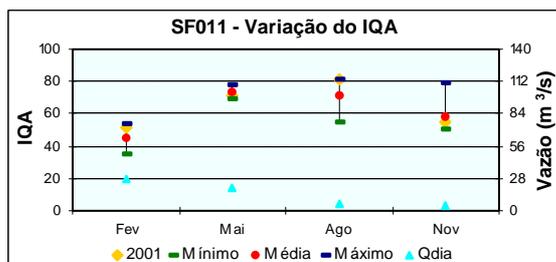
A avaliação do Índice de Qualidade das Águas no Rio Indaiá a montante do reservatório de Três Marias (SF011), apontou qualidade média no ano 2001. Contribuíram para esta situação os parâmetros fosfato total, cor, turbidez e sólidos em suspensão.



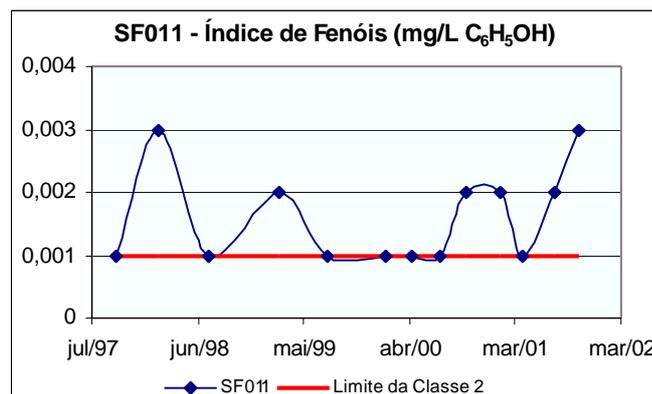
Quanto à ocorrência de metais pôde-se verificar que o ferro solúvel e o manganês apresentaram-se acima dos padrões estabelecidos na legislação. A ocorrência destes parâmetros evidencia os impactos decorrentes das atividades minerárias na área que influencia diretamente esta estação de amostragem.



A análise dos resultados de vazão, no Rio Indaiá a montante do reservatório de Três Marias (SF011), nos permite inferir a existência de poluição difusa neste trecho, visto que se pode observar a piora da qualidade das águas em função do aumento da vazão.



A contaminação por tóxicos foi alta no Rio Indaiá em função dos elevados índices de fenóis que podem estar associados aos lançamentos de esgotos sanitários neste curso d'água.

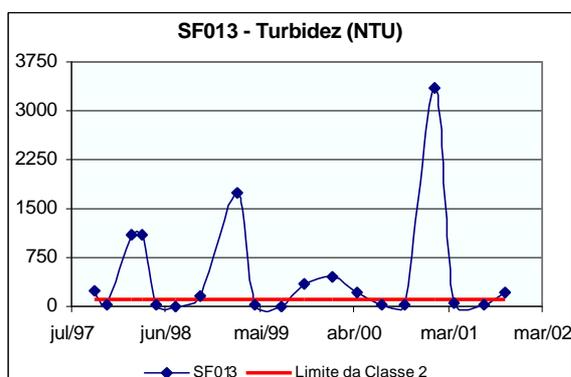
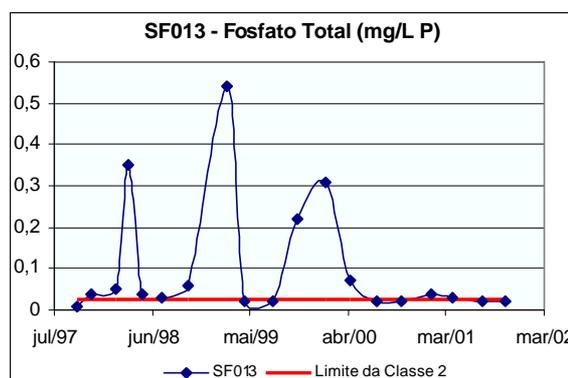
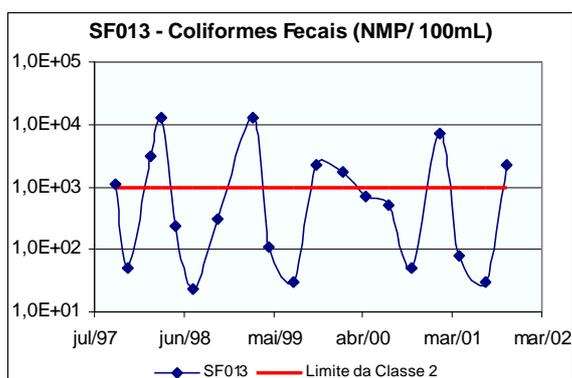


Rio Borrachudo

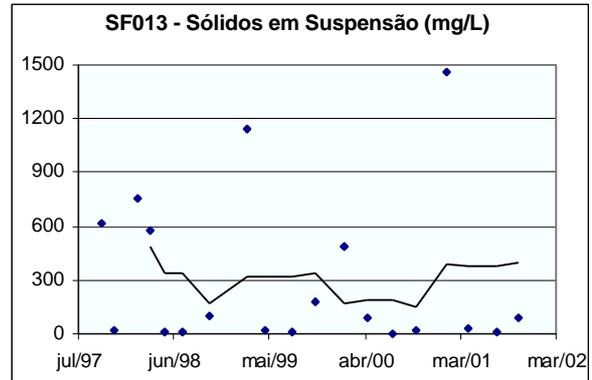
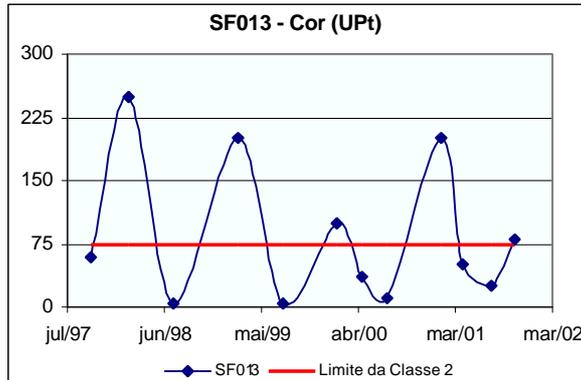
UPGRH SF4

Estações de Amostragem: SF013

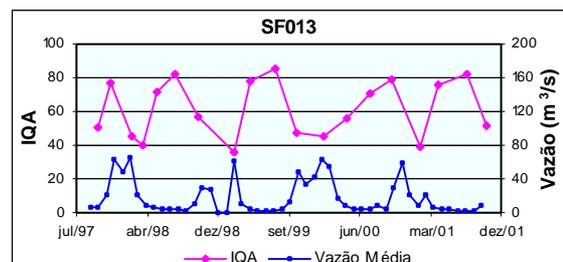
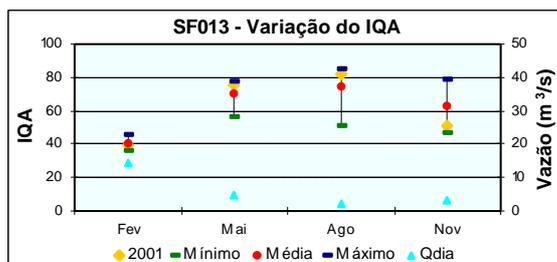
O Índice de Qualidade das Águas – IQA no Rio Borrachudo a montante do reservatório de Três Marias (SF011) indicou qualidade média no ano 2001, onde foram observadas inconformidades para os parâmetros coliformes fecais, fosfato total e turbidez.



O parâmetro cor ultrapassou o limite estabelecido na legislação, apresentando valor elevado na primeira campanha de 2001. Com relação aos sólidos em suspensão pode-se observar uma tendência à estabilidade para no ano 2001, apesar de elevado valor na primeira campanha deste ano.

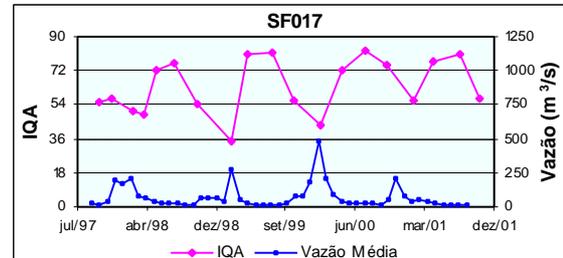
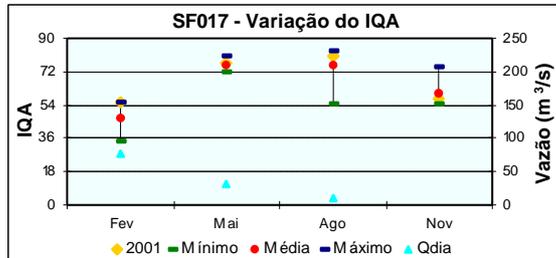


No Rio Borrachudo a montante do Reservatório de Três Marias (SF013), os resultados de vazão nos permite inferir a existência de poluição difusa, visto que se pode observar a piora da qualidade das águas em função do aumento da vazão.

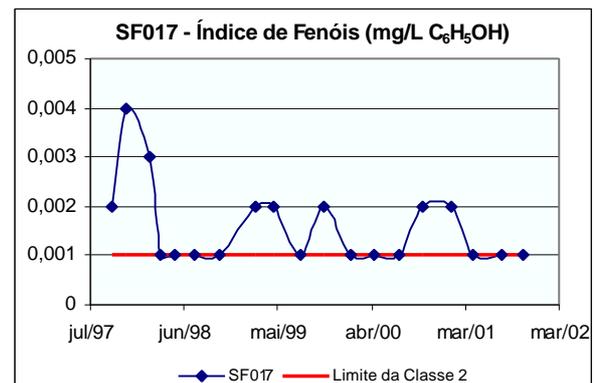
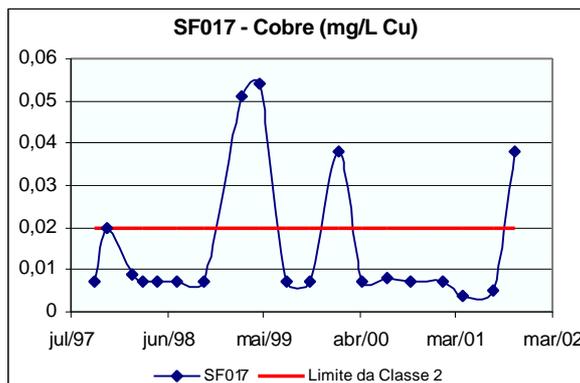


A contaminação por tóxicos em 2001 foi alta no Rio Borrachudo a montante do Reservatório de Três Marias (SF013). As substâncias tóxicas que estiveram em desacordo com os padrões de qualidade neste corpo d'água foram: amônia não ionizável, índice de fenóis, chumbo e cobre. Provavelmente em função das atividades agrossilvipastoris.

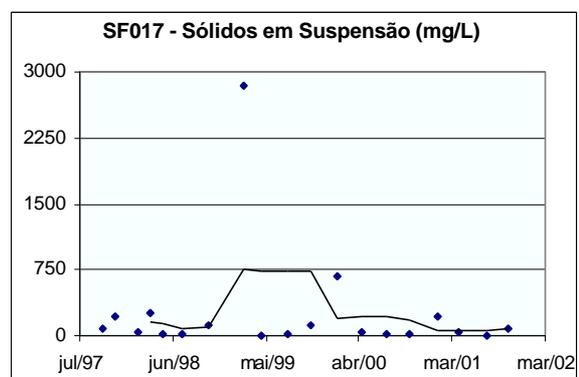
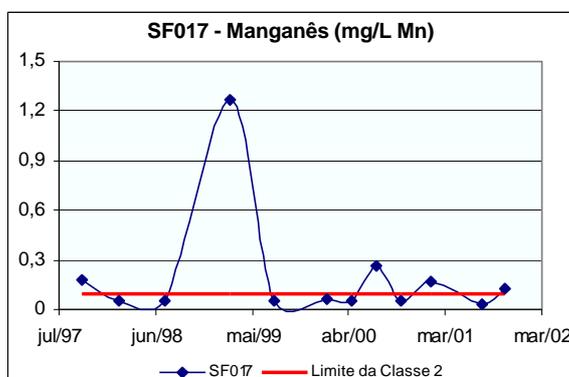
Apesar do baixo índice fluviométrico no Rio Abaeté (SF017), observa-se que com o aumento da vazão a qualidade das águas tende a piorar, nos permitindo inferir a existência de poluição difusa nesse curso d'água.



As águas do Rio Abaeté apresentaram contaminação por tóxicos média. As substâncias tóxicas que estiveram em desacordo com os padrões de qualidade foram: índice de fenóis na quarta campanha e cobre na primeira campanha de 2001.



O Rio Abaeté apresentou em suas águas teor de manganês acima do estabelecido pela legislação nas segunda e quarta campanhas e também um valor não conforme de sólidos em suspensão na primeira campanha de 2001.





Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



9. Avaliação Ambiental em 2001

SUB BACIA DO SÃO FRANCISCO SUL
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

Curso d'água: Rio São Francisco

UPGRH: SF1 e SF4

Estações de amostragem: SF001, SF003, SF005, SF006 E SF015.

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades Industriais <ul style="list-style-type: none"> Alimentícias 	Fosfato total, OD, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das Indústrias alimentícias de Abaeté e Luz.
Atividades Minerárias <ul style="list-style-type: none"> Extração de minerais não metálicos - Calcário 	Manganês, sólidos em suspensão e turbidez.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias extratoras de calcário no município de Pains.
Atividades Agrossilvipastoris <ul style="list-style-type: none"> Agricultura Pecuária Suinocultura 	Cobre, fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez. Coliformes fecais, cor, fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez. Coliformes fecais, fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez.	Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água, bem como a utilização equilibrada de fertilizantes, herbicidas, fungicidas, etc. em toda a área de drenagem da bacia, especialmente na região do alto São Francisco Sul. Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água, bem como a utilização equilibrada de bernicidas, carrapaticidas, etc. em toda área de drenagem da bacia do Rio São Francisco Sul, especialmente na região do alto curso. Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental de suinoculturas desenvolvidas nos municípios de Bom Despacho, Luz, Martinho Campos e Santo Antônio Dumont.

SUB BACIA DO SÃO FRANCISCO SUL
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

Curso d'água: Rio São Francisco

UPGRH: SF1 e SF4

Estações de amostragem: SF001, SF003, SF005, SF006 E SF015.

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades de Infra-Estrutura <ul style="list-style-type: none"> Saneamento básico 	Fosfato total, OD, sólidos em suspensão e turbidez.	Promover gestão junto a Prefeituras e Promotoria Pública dos municípios de Luz, Iguatama e Pains para implantação e/ou adequação do sistema de tratamento de esgotos sanitários dos referidos núcleos urbanos.

Curso d'água: Rio São Miguel

UPGRH: SF1

Estações de amostragem: SF002.

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades Minerárias <ul style="list-style-type: none"> Extração de minerais não metálicos - Calcário 	Sólidos em suspensão.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias extratoras de calcário no município de Pains.
Atividades de Infra-Estrutura <ul style="list-style-type: none"> Saneamento básico 	Coliformes fecais, fosfato total e sólidos em suspensão	Promover gestão junto à Prefeitura do município de Pains para implantação e/ou adequação do sistema de tratamento de esgotos sanitários.

SUB BACIA DO SÃO FRANCISCO SUL
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

Curso d'água: Rio Preto
UPGRH: SF1
Estações de amostragem: SF004.

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades Industriais <ul style="list-style-type: none"> • Siderurgia • Fábrica de cimento 	Ferro solúvel, chumbo, zinco, índice de fenóis e manganês. Zinco e fosfato total.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias siderúrgicas no município de Arcos. Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias cimenteiras no município de Arcos.
Atividades Minerárias <ul style="list-style-type: none"> • Extração de minerais não metálicos <ul style="list-style-type: none"> - Calcário 	Zinco, ferro solúvel e manganês.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas no município de Arcos.
Atividades de Infra-Estrutura <ul style="list-style-type: none"> • Saneamento básico 	Coliformes fecais, fosfato total, OD e índice de fenóis.	Dar seqüência às ações de saneamento, em curso, junto ao município de Arcos.

SUB BACIA DO SÃO FRANCISCO SUL
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

Curso d'água: Ribeirão Marmelada

UPGRH: SF4

Estações de amostragem: SF007.

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
<p>Atividades Industriais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentícias • Siderúrgicas 	<p>Coliformes fecais, DBO, OD e fosfato total.</p> <p>Ferro solúvel, manganês e índice de fenóis.</p>	<p>Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das Indústrias de frigoríficos e matadouros no município de Abaeté.</p> <p>Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das siderúrgicas localizadas no município de Abaeté.</p>
<p>Atividades Minerárias</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extração de minerais não metálicos - Calcário 	<p>Ferro solúvel e manganês.</p>	<p>Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas no município de Abaeté.</p>
<p>Atividades Agrossilvipastoris</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • Suinocultura 	<p>Cobre, coliformes fecais e fosfato total.</p> <p>Coliformes fecais, DBO, OD e fosfato total.</p>	<p>Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água, bem como a utilização equilibrada de fertilizantes, herbicidas, fungicidas, etc. em toda a área de drenagem da bacia, especialmente na região do Ribeirão Marmelada.</p> <p>Implantar e/ou adequar os sistemas de controle ambiental das granjas situadas no município de Abaeté.</p>

SUB BACIA DO SÃO FRANCISCO SUL
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

Curso d'água: Ribeirão Marmelada

UPGRH: SF4

Estações de amostragem: SF007.

Fatores de Pressão	Indicadores de Degradação	Ações de Controle
Atividades de Infra-Estrutura <ul style="list-style-type: none"> Saneamento básico 	Coliformes fecais, DBO, OD, fosfato total e índice de fenóis.	Dar seqüência às ações de saneamento junto ao município de Abaeté.

Curso d'água: Ribeirão Sucuriu

UPGRH: SF4

Estações de amostragem: SF009.

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades Minerárias <ul style="list-style-type: none"> Extração de minerais não metálicos <ul style="list-style-type: none"> Calcário e fosfato 	Fosfato total, turbidez, sólidos em suspensão, ferro solúvel e manganês.	Atuar para regulamentar possíveis atividades minerárias clandestinas na região de Biquinhas.
Atividades de Infra-Estrutura <ul style="list-style-type: none"> Saneamento básico 	Coliformes fecais, cor, sólidos em suspensão, turbidez, fosfato total e índice de fenóis.	Promover gestão junto a Prefeitura e Promotoria Pública do município de Biquinhas para implantação e/ou adequação do sistema de tratamento de esgotos sanitários do referido núcleo urbano.

SUB BACIA DO SÃO FRANCISCO SUL
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

Curso d'água: Rio Indaiá
UPGRH: SF4
Estações de amostragem: SF011.

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
<p>Atividades Minerárias</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extração de minerais não metálicos <ul style="list-style-type: none"> - Calcário, fosfato, diamante, manganês e areia. 	<p>Manganês, turbidez e fosfato total.</p>	<p>Atuar para regulamentar possíveis atividades minerárias clandestinas na região de Biquinhas, Cedro do Abaeté, Matutina, Estrela do Indaiá, Paineiras, Santa Rosa da Serra, São Gotardo e Tiros.</p>
<p>Atividades de Infra-Estrutura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saneamento básico 	<p>Fosfato total, índice de fenóis, turbidez e sólidos em suspensão.</p>	<p>Promover gestão junto à Prefeitura e Promotoria Pública do município de Biquinhas para implantação e/ou adequação do sistema de tratamento de esgotos sanitários do referido núcleo urbano.</p> <p>Dar seqüência às ações de saneamento junto ao município de Tiros.</p>

SUB BACIA DO SÃO FRANCISCO SUL
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

Curso d'água: Rio Borrachudo

UPGRH: SF4

Estações de amostragem: SF013

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
<p>Atividades Minerárias</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extração de minerais não metálicos <ul style="list-style-type: none"> - Calcário, areia e fosfato 	<p>Fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez.</p>	<p>Atuar para regulamentar possíveis atividades minerárias clandestinas na região de Matutina, São Gonçalo do Abaeté, São Gotardo e Tiros.</p>
<p>Atividades Agrossilvipastoris</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agricultura 	<p>Cobre, coliformes fecais e fosfato total.</p>	<p>Incentivar o manejo conservacionista do solo e da água, bem como a utilização equilibrada de fertilizantes, herbicidas, fungicidas, etc. em toda a área de drenagem da bacia, especialmente na região do Rio Borrachudo.</p>
<p>Atividades de Infra-Estrutura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saneamento básico 	<p>Amônia não ionizável, coliformes fecais, fosfato total, índice de fenóis, cor, sólidos em suspensão e turbidez.</p>	<p>Dar seqüência às ações de saneamento junto aos municípios de São Gonçalo do Abaeté e Tiros.</p>

SUB BACIA DO SÃO FRANCISCO SUL
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

Curso d'água: Rio Abaeté
UPGRH: SF4
Estações de amostragem: SF017

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
<p>Atividades Minerárias</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extração de minerais não metálicos <ul style="list-style-type: none"> - Fosfato, diamante, calcário, areia e argila. 	<p>Fosfato total, sólidos em suspensão manganês e turbidez.</p>	<p>Atuar para regulamentar possíveis atividades minerárias clandestinas na região de Rio Paranaíba, Matutina, Lagoa Formosa, São Gonçalo do Abaeté, São Gotardo e Tiros.</p>
<p>Atividades Agrossilvipastoris</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suinocultura 	<p>Fosfato total, sólidos em suspensão e turbidez.</p>	<p>Implantar e/ou adequar os sistemas de controle ambiental das granjas situadas no município de Abaeté.</p>
<p>Atividades de Infra-Estrutura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saneamento básico 	<p>Fosfato total, índice de fenóis, sólidos em suspensão e turbidez.</p>	<p>Dar seqüência às ações de saneamento junto ao município de São Gonçalo do Abaeté.</p>



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



10. Ações de controle decorrentes do monitoramento em 2000 na Bacia do Rio São Francisco



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Abaeté	Matadouros e Frigoríficos	Vistoria para verificar a situação ambiental. Foi aplicada multa por: ausência de ETE; os efluentes líquidos, o sangue e o conteúdo de bichas e tripas vêm sendo dispostos em áreas agrícolas e o esgoto sanitário é lançado diretamente no Ribeirão Marmelada.
Belo Horizonte	Unidade industrial de preparação e aglomeração de minerais não metálicos	Parecer Técnico favorável à análise da solicitação de Licença de Instalação pelo COPAM, assegurando a não emissão fora dos padrões da legislação ambiental vigente.
	Recuperação de Área Minerada.	Certificado de Licença de Instalação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Posto de abastecimento.	Aplicado Auto de Fiscalização, onde foi constatada a seguinte irregularidade: Contaminação de solo e água por óleo combustível, decorrente da operação deficiente do sistema de controle ambiental do posto de abastecimento de locomotivas.
Betim	Indústria Metalúrgica	Em Auto de Fiscalização foi constatado que: As emissões das formas elétricas de fusão de ferro são normais, mas foi exigida a adequação das emissões secundárias da fusão de ferro, que estavam irregulares, às estocas normais. Resíduos produzidos são conduzidos para o aterro industrial. Foram Emitidos Certificados de Licença de Operação e Autos de Fiscalização e de Infração. ambientais para as áreas de desinfecção com cronograma de implantação. Houve parecer jurídico favorável com prazo para cumprimento das condicionantes. Foram emitidos: Certificado de Licença de Operação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Fabricação de Veículos Automotores, e Peças e Acessórios para Veículos Automotores e para Máquinas Industriais.	Em Auto de Fiscalização foram constatados que: O óleo utilizado nas máquinas foi substituído por óleo solúvel em água, o que diminui a geração do resíduo sólido: serragem. Não havia geração de efluentes líquidos industriais; efluentes sanitários e líquidos de cozinha e refeitório, lançados em curso d'água. Resíduos tipo lixo são recolhidos pela prefeitura e têm como destino final, o aterro sanitário. Houve implantação de bacia de contenção para a área de depósito de containers, contendo produtos químicos. Foram emitidos Certificados de Licença de Operação e Certificado de Licença Prévia, além de Autos de Infração. LOC concedida, com a seguinte condicionante: implantação de sistema de tratamento dos efluentes sanitários.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Conselheiro Lafaiete	Usina de Lixo.	Auto de infração constatou a seguinte irregularidade: Descumprimento de determinação do plenário do COPAM prevista na Deliberação Normativa COPAM 52/2001 ao não protocolar o formulário de caracterização do empreendimento -FCE do sistema de destinação de lixo desse município.
Contagem	Fabricação e Montagem de Tratores.	Certificado De Licença de Operação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Reparação e Manutenção de Máquinas e Aparelhos	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Fabricação de Material Elétrico Exclusivamente para Veículos.	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Fabricação de Artigos de Metal não Especificados.	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Divinópolis	Extração e britagem de granodiorito.	Em vistoria técnica à área do empreendimento, constatou-se: A área encontra-se na mesma situação da vistoria anterior, realizada para subsidiar a análise da licença prévia e não foram implantadas nenhuma das medidas mitigadoras propostas, bem como planta de beneficiamento ou vias de acesso.
Inhaúma	Extração de Quartzo.	Para evolução da frente de lavra, a empresa deve possuir requerimento de licença junto ao IEF para desmate e ocupação de Área de Preservação Permanente.
Itapecerica	Lavra a céu aberto com beneficiamento	Realizado Auto de Fiscalização com as seguintes observações: Amostragem de grande volume, no local da jazida, com a lavra se desenvolvendo em cava, com grande impacto visual; Implantação sugerida de cortina arbórea, entre a vila e a frente de lavra, formada por eucalipto e/ou sansão do campo;
	Exploração de granito.	Realizado Auto de Fiscalização sendo exigida a melhora na manutenção das caixas de óleos e graxas e implantação de bacias de contenção de finos.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Montes Claros	Matadouros e Frigoríficos.	Publicação do requerimento de Licença de Operação corretiva para matadouro. Encerramento de Processo pelo pagamento da multa efetuada na procuradoria geral do estado. Vistoria, com o objetivo de verificar as instalações de empresa. Parecer jurídico elaborado e decisão de aplicação de multa, no valor de 7000 UFIR. Emissão de relatório para inscrição em dívida ativa.
	Preparação do leite e produção de laticínios.	Vistoria para verificar a situação ambiental. Autuação por descumprir condicionantes do COPAM, quando do licenciamento. Arquivamento do processo de licenciamento ambiental.
	Fábrica de bebidas não alcoólicas.	Foi realizada vistoria em 2001, quando foi constatado que a empresa encontra-se desativada.
	Torrefação e moagem de café.	Vistoria realizada, visando dar continuidade ao processo de Licença de Operação.
	Preparação de óleos e gorduras vegetais.	Vistoria para verificar a situação ambiental da. Autuada com fundamento no decreto 39424/98, artigo 19, parágrafo 1º, item 2. Encaminhamento para inscrição em dívida ativa e cobrança de débito.
	Fábrica de balas e caramelos.	Vistoria realizada, visando dar continuidade ao processo de Licença de Operação.
	Indústria Têxtil	Vistoria efetuada com o objetivo de verificar as instalações da empresa e situação ambiental. Foram enviados ofícios informando irregularidades perante a FEAM/COPAM e aplicadas multas. Encaminhamento de RCA (relatório de controle ambiental) e abertura de processo para inscrição em dívida ativa e cobrança de débito.
	Indústria da Madeira	Vistoria para verificar a situação ambiental e relatório contendo programa de manejo florestal visando a infiltração e retenção de água de chuva em solos e plantações de eucalipto.
	Depósito de Combustíveis	Vistoria realizada com o objetivo de verificar as instalações da empresa, tendo em vista o acompanhamento dos serviços de desmontagem dos equipamentos da base de armazenamento. Comunicado de concessão "ad referendum". Parecer técnico, favorável à concessão de Licença de Operação, pelo prazo de 8 anos.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Nova Lima	Extração e Beneficiamento de Metais e Pedras Preciosas	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Papagaios	Extração e beneficiamento de ardósia.	Realizado Auto de Fiscalização onde foi exigido: O envio de cópia do Certificado de Outorga de águas (IGAM) e do resultado de análise do efluente coletado em saídas dos tanques de sedimentação; implantação de uma pesquisa em uma cava fechada e de bacia de contenção de finos à jusante da pesquisa; implantação de depósito de estéril e rejeitos (limites demarcados e avanço ascendente) e implantação de caixa de óleo, graxa e sucata que deve ser impermeabilizada e coberta; tratamento de efluente da serraria e troca de óleo combustível, onde deverá ser implantado sistema de segurança por vazamento, além de ostensivo trabalho de reflorestamento e, por fim, comparecimento a FEAM, p/ discussão de: projeto de reflorestamento, projeto de exploração e limite de depósitos de rejeitos/ estéril. Emitidos Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Pará de Minas	Extração e beneficiamento de agalmatolito.	Auto de Fiscalização constatou: A mina encontra-se em desenvolvimento, sendo o método de lavras “câmaras e pilares” com galerias desenvolvidas que somam 2Km. Sobre a drenagem há 2 sistemas de bombeamento com toda água da mina subterrânea indo para o sistema de drenagem com 5 bacias em série.
Prudente de Moraes	Têmpera e Cimentação de Aço e Serviços Galvanotécnicos	Auto de Fiscalização.
Rio Acima	Extração de Minério de Metais Não Ferrosos	Auto de Fiscalização.
	Canalização de córrego.	Auto de infração constatou as seguintes irregularidades; Não atendimento à convocação da FEAM, para licenciamento ambiental da canalização do córrego a jusante da rua Artur Duarte, no município do Rio Acima.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Santa Luzia	Produção de Forjados de Aço.	Auto de Infração.
	Produção de Fornos, Moldes e Peças Fundidas.	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Moagem de trigo	Encaminhamento de documentos referentes a especificações técnicas do grupo gerador Diesel instalado na empresa. Realizada vistoria para verificar a situação ambiental e requerido preenchimento de FCE para revalidação de Licenças de Operação.
	Fábrica de papel, papelão, cartolina e cartão.	Vistoria feita com o objetivo de acompanhar o processo de licenciamento e acompanhar o processo de licença de operação corretiva. Concessão de Certificado de Licença de Operação, com condicionantes.
	Fábrica de sabões, detergentes e glicerina.	Vistoria para verificação ambiental da empresa. Parecer técnico sugere a aplicação de penalidades em virtude de irregularidades constatadas.
	Loteamento do solo urbano.	Aplicado Auto de Fiscalização em quatro loteamentos, onde foram constatadas as seguintes irregularidades: Nenhum deles possui a pertinente Licença de Instalação do COPAM. Verificou-se a abertura do sistema viário sem pavimentação, a demarcação de lotes, construção e ocupação de unidades residenciais e instalação da rede de distribuição de energia elétrica e/ou de água.
Sete Lagoas	Fabricação de Veículos Automotores	Auto de Fiscalização.
	Produção de Lã de Aço.	Auto de Fiscalização.
	Fábrica de massas alimentícias e biscoitos.	Vistoria para verificar a situação ambiental. Auto por descumprimento de condicionante e por instalar, construir, testar ou ampliar atividade efetiva ou potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente sem LI; emitir ou lançar efluentes líquidos, gasosos ou resíduos sólidos, causadores de degradação ambiental, em desacordo com o estabelecido nas Deliberações Normativas e dar início ou prosseguir atividade efetiva ou potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente, sem a Licença de Operação. Convocação para início do processo de licenciamento ambiental corretivo. Comunicado de Auditoria.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Unai	Extração de minerais para Fabricação de Adubos e Fertilizantes e para Elaboração de Outros Produtos Químicos.	Auto de Fiscalização.
Arinos, Unai, Arcos e Doresópolis.	Tratamento de esgoto.	Em Auto de Infração, foram constatadas as seguintes irregularidades: Implantação da ETE foi executada sem a devida licença ambiental e descumprimento de determinação formulada pela câmara de infra-estrutura referente ao envio dos resultados de monitoramento da ETE já licenciada, além do exercício da atividade em desacordo com as condições estabelecidas na Licença de Operação.
Betim e Ibirité	Geração e Fornecimento de Energia Elétrica.	Foram aplicados Autos de Fiscalização e de Infração, aplicando-se penalidade de multa, por terem sido cometidas as seguintes infrações: Descumprimento de determinação formulada pelo plenário do COPAM, por câmara especializada, ou por órgão seccional de apoio, inclusive Planos de Controle Ambiental, de medidas mitigadoras, de monitoração, ou equivalentes, aprovadas quando do licenciamento além da instalação, construção, teste ou ampliação de atividade efetiva ou potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente sem Licença de Instalação.
Betim e Ouro Branco	Indústria Siderúrgica	Em Auto de Fiscalização foi constatado que houve implantação de equipamentos conforme a Licença de Instalação, e os processos de controle de poluição foram implantados conforme previsto no PCA. Esgotos sanitários são tratados na Estação de tratamento de esgoto, operando com eficiência satisfatória. Foram exigidos projetos de melhorias ambientais para as áreas de desinfecção com cronograma de implantação. Houve parecer jurídico favorável com prazo para cumprimento das condicionantes. Foram emitidos: Certificado de Licença de Operação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Brasília de Minas e Campo Azul	Construção de Barragens.	Foi constatada a Continuação da instalação do empreendimento Barragem de São Gregório, Município de Campo Azul, vencida a Licença de Instalação (LI). Ante a ausência de argumentos jurídicos capazes de descaracterizar a infração cometida, foi encaminhado o processo à Câmara de Atividades de Infra-estrutura (CAIE) do COPAM, sugerindo a aplicação de multa.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Brumadinho, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Itatiaiuçú, Mateus Leme, Raposos, Ouro Preto, Nova Lima e Itabirito.	Extração e Beneficiamento de Minério de Ferro	Em Auto de Fiscalização, foi constatado: A barragem de captação, localizada no córrego seco, é desassoreada e possui carga de sedimentos considerada normal; trabalhos de sondagem em dique de contenção de sedimentos, para implantação de piezômetros; a cobertura vegetal das pilhas de material estéril apresentava - se mais espessa do que na vistoria anterior. Foram concluídas as obras finais da erosão, necessitando completar a cobertura vegetal na parte decapeada. Como controle ambiental foram construídas leiras de proteção no terreno natural, na base da pilha de Sinter feed. Foram emitidos: Certificado de Licença Prévia, Certificado de Licença de Instalação, Certificado de Licença de Operação e Revalidação e Autos de Infração e de Fiscalização.
Divinópolis, Itaúna, Pará de Minas, Cláudio, Nova Serrana, Carmo da Mata e Bom Despacho.	Aterros Sanitários e Usinas de Triagem e Compostagem de lixo.	Vistorias nos depósitos de lixo e elaboração de Laudos Periciais, com recomendações técnicas, referentes às condições de disposição final de lixo;
Divinópolis, Itaúna e Piracema.	Tratamento de Esgoto.	Envio de ofício às Prefeituras Municipais, solicitando ações de saneamento básico, relacionadas ao sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários; Vistorias e envio de laudos técnicos ao Ministério Público com recomendações técnicas relacionadas à priorização de ações de interceptação e tratamento de esgotos. Estação de Tratamento de Esgoto – ETE em processo de licenciamento.
Ibirité e Itaúna	Lavra e beneficiamento de gnaisse.	Realizado Auto de Fiscalização, foi verificado que as bacias de contenção operam satisfatoriamente, tendo que ser realizada a limpeza de vertedouros na barragem e deverá ser canalizada a drenagem de modo a impedir a erosão do aterro. A areia produzida é lavrada utilizando parte do estéril de mina e os finos, são carregados por águas pluviais, que são amontoados e lavados para a produção de areia. Deverá haver revegetação dos taludes e a drenagem de mina dirigida p/ as barreiras de contenção, evitando assoreamento de cursos d'água.
Igarapé, Itabirito, Nova Lima, Ouro Preto, Sabará. Congonhas, Ibirité, Itatiaiuçú, Belo Vale,	Exploração de Minério de Ferro.	Através de fiscalização e vistorias realizadas em várias empresas, foram constatadas irregularidades. Para tanto, foram aplicados Autos de Fiscalização e Autos de Infração, além da exigência do cumprimento de certas medidas, como: Alçamento das barragens de rejeitos e barragens auxiliares, além da limpeza de bacias e "sumps" assoreados; lançamento de solo em parte da área de proteção lateral, recobrimdo rejeitos; coleta correta de efluente das fossas; em áreas erodidas, construção de dois anteparos e planejamento da vegetação dos bancos remanescentes e taludes da estrada de acesso. Nas empresas que obtiveram Certificados de Licença de Instalação e de Operação e Revalidação, foi constatado que: Em área mineira, a drenagem era satisfatória; o Monitoramento Ambiental: foi apresentado modelo de relatório de monitoramento, o qual está sendo implantado; os Córregos Couve e Samambaia apresentando reabilitações exemplares e reabilitação do Córrego Pacheco, que se encontra em andamento; a barragem do córrego Taquaras apresenta obras de limpeza da fundação em fase final de conclusão.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Inhaúma e Inimutaba	Extração de Minérios de Materiais não Ferrosos.	Certificado de Licença de Instalação, Certificado de Licença Prévia, Auto de Fiscalização
Lagoa Santa, Santa Luzia, Sete Lagoas.	Matadouros e Frigoríficos	Vistoria para verificar a situação ambiental e em atendimento à denúncia de vazamentos de amônia; Licença de Operação Corretiva e paralisação do Processo de Licenciamento; relatório de automonitoramento referente à disposição de resíduos sólidos em atendimento ao relatório de vistoria.
	Matadouros e Frigoríficos	Vistoria para verificar a situação ambiental, para posterior emissão de Certificado de Licença.
Matosinhos, Pedro Leopoldo, Santa Luzia, Sete Lagoas.	Indústrias de Preparação do leite e produção de laticínios.	Vistoria para verificar a situação ambiental, convocações ao licenciamento, multa devido à emissão de efluentes líquidos, gasosos e resíduos sólidos, em desacordo com as deliberações e por não possuir Licença de Operação. Liberação de implantação do projeto de medidas de gestão em atendimento às condicionantes das licenças ambientais vinculadas ao projeto Minas Ambiente – Laticínios, além da implantação do projeto "Modificação do Processo Produtivo para Redução de Carga Orgânica Poluidora e Aproveitamento de Subprodutos" e de "Gerenciamento de Resíduos Sólidos".
Matosinhos. Vespasiano, Sete Lagoas, Pedro Leopoldo, Ouro Preto e Lagoa Santa.	Extração e beneficiamento de calcário.	Relatório de vistoria observou um adensamento vegetacional com espécies nativas, limpeza de canaleta de escoamento pluvial e esgotamento da piscina junto às benfeitorias da RPPN. No Relatório de Vistoria também constaram as seguintes exigências: As empresas deverão fazer separação e derivação do lixo; vegetar a pilha de estéril já estabilizada; acertar a declividade das bancadas da cava para o devido escoamento das águas pluviais e melhorar sistema de controle de pó.
Nova Lima e Sabará.	Metalurgia dos Metais Preciosos.	Certificado de Licença, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Paracatu e Nova Lima	Aterro Sanitário.	Descumprir condicionantes formuladas pela CIF/COPAM tais como: sistema de tratamento do percolado sem o devido funcionamento, falta de balança rodoviária e cinturão verde, conforme previsto e não implementação das medidas propostas para remediação do antigo depósito de lixo além do início das obras de implantação do aterro sanitário norte sem a Licença de Instalação e dar início à operação do empreendimento sem Licença de Operação.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Ribeirão das Neves, Pedro Leopoldo e São Roque de Minas.	Extração de Argila.	Implantação de pátio de manutenção, com caixas de óleos e graxas e estocagem em local apropriado de pneus, vasilhas de óleo, plásticos, etc; Deverá haver reflorestamento e reposição de mudas que não "vingaram". Foram emitidos Certificados de Licença de Instalação e Auto de Fiscalização.
Ribeirão das Neves, Esmeraldas, Betim e Cachoeira da Prata.	Exploração de Areia.	Realizado Auto de Fiscalização, onde foi constatado que: Deve ser iniciado plantio nas áreas de preservação permanente, bem como seu cercamento, além de um maior adensamento na área ciliar já plantada. A camada orgânica está sendo disposta aleatoriamente e deverá ser utilizada para alargamento da área de preservação. Deve haver mudança na inclinação do talude do ribeirão, no sentido interno da cava, visando evitar o movimento do mesmo para o curso d'água e correção dos processos erosivos nas áreas de entorno com implantação de diques filtrantes; A água utilizada deverá ser gerada das águas pluviais acumuladas nas cavas de mina. Não havendo qualquer atividade desenvolvida, qualquer instalação só poderá ser feita após concessão da Licença de Instalação.
Rio Acima e Nova Lima.	Extração de Minério de Metais Preciosos	Certificado de Licença de Operação e Auto de Fiscalização.
Santa Luzia e Sabará.	Torrefação de Café	Vistoria para verificar a situação ambiental e obtenção de Licença de Operação com condicionantes e com validade pré-determinada. Foi realizada vistoria para verificar o cumprimento das condicionantes e houve autuação com fundamento no decreto 39.424/98, artigo 19, parágrafo 2º, item 2. Parecer técnico sugere a aplicação das penalidades previstas em lei.
	Fábricas de rações.	Vistoria para verificar a situação ambiental e Auto por descumprimento de condicionante; comunicado de Auditoria; assinaturas de termo de compromisso de ajustamento de conduta ambiental.
Santa Luzia, Curvelo, Ribeirão das Neves, Santana de Pirapama, Sete Lagoas.	Curtimento e preparação de couros e peles.	Parecer técnico sugere a aplicação de penalidades em virtude das irregularidades constatadas. Vistoria realizada para verificação da situação atual das empresas gerou autuação com fundamento no decreto 39424/98, artigo 19, parágrafo 3º, item 1.
Santa Luzia e Vespasiano	Loteamento residencial	Aplicado Auto de Fiscalização, onde foram constatadas as seguintes irregularidades: Execução de atividade causadora de degradação ambiental mediante assoreamento de coleções de água ou erosão acelerada nas Unidades de Conservação. O loteamento situado no perímetro urbano do município de Santa Luzia que já está implantado, não possui a Licença de Instalação (LI) do COPAM. Verificou-se a abertura de ruas, demarcação de lotes, construção de casas, instalação das redes de distribuição de energia elétrica e de abastecimento de água.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Sete Lagoas, Ribeirão das Neves, Pedro Leopoldo, Gouveia, Diamantina, Capim Branco, Baldim, Augusto de Lima e Araçáí.	Indústrias Têxteis	Inscrição em dívida ativa e cobrança do débito; vistoria para verificar situação ambiental e discutir questão relativa à disposição final adequada das estopas sujas de óleo; autuação por provocar mortandade de peixes e por operar sem Licença de Operação; publicação de licença de operação corretiva.
Taquaraçú de Minas, Sete Lagoas, Santa Luzia, Sabará e Ribeirão das Neves e Contagem.	Extração de Pedras e Outros Materiais para Construção.	Certificado de Licença de Instalação, Certificado de Licença de Operação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Três Marias, Pains, Lagoa da Prata, Arcos, Piumhi	Tratamento de Esgoto .	Vistoria nas estações de tratamento de esgoto - ETE e nas estações de tratamento de água com laudo enfatizando a priorização das ações que viabilizem a interceptação e tratamento de esgoto sanitário nos locais de maior carência e acompanhamento de processo de licenciamento ambiental.
	Usinas de Triagem e Compostagem de lixo.	Vistoria nos depósitos de lixo e envio de ofício com recomendações técnicas relacionadas à adequação das atividades de disposição final do lixo, com acompanhamento de processo de licenciamento ambiental das usinas.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas



11. 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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas



- 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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas



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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



ANEXOS



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Anexo A **Municípios Com Sede Na Bacia do Rio São Francisco Sul**



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

Qualidade das Águas Superficiais
no Estado de Minas Gerais em 2001



UPGRH SF1			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Arcos	32.687	29343	3.344
BambuÍ	21.697	17.672	4.025
Córrego Danta	3.674	2.161	1.513
Córrego Fundo	5.179	3.353	1826
Dores do Indaiá	14.388	13.306	1.082
Doresópolis	1.350	963	387
Estrela Dalva	2.674	1.801	873
Iguatama	8.269	6.859	1.410
Japonvar	8.121	2.577	5.544
Lagoa da Prata	38.758	37.911	847
Luz	16.833	14.550	2.283
Medeiros	3.038	1.568	1.470
Moema	6.513	5819	694
Pains	7.798	5629	2.169
Piumhi	28.783	25225	3.558
Quartel Geral	3.022	2.374	648
São Roque de Minas	6.325	3.728	2.597
Serra da Saudade	873	533	340
TapiraÍ	1.900	1.133	767
Vargem Bonita	2.212	1.180	1.032
TOTAL	214.094	177.685	36.409



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

Qualidade das Águas Superficiais
no Estado de Minas Gerais em 2001



UPGRH SF4			
MUNICIPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Abaeté	22.360	19022	3.338
Arapuá	2.744	1.716	1.028
Biquinhas	2.821	1.644	1.177
Cedro do Abaeté	1.289	1.140	149
Felixlândia	12.784	9.447	3.337
Matozinhos	30.164	27.664	2500
Morada Nova de Minas	7.606	5.708	1898
Paineiras	4.895	3.420	1.475
Pompéu	26.089	22.286	3.803
Santa Rosa da Serra	3.114	1.870	1.244
São Gonçalo do Abaeté	5.432	3.895	1.537
São Gotardo	27.631	25.523	2.108
Tiros	7.571	4829	2.742
Três Marias	23.568	22515	1.053
Varjão de Minas	4.701	3489	1.212
TOTAL	182.769	154.168	28.601



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Anexo B **Outorgas Superficiais e Subterrâneas em 2001**

Curso d'água	Bacia Federal	Bacia Estadual	Município	Latitude	Longitude	Uso	Vazão (m³/s)	Data
Córrego Retiro de Baixo	Rio São Francisco	Rio do Jacaré	Lagoa da Prata	20° 00' 08"	45° 31' 07"	Irrig	0,019	22/12/01
Córrego da Ilha	Rio São Francisco	Rio do Jacaré	Lagoa da Prata	20° 00' 23"	45° 26' 48"	Irrig	0,010	22/12/01
Lagoa Verde	Rio São Francisco	Rio do Jacaré	Lagoa da Prata	19° 58' 03"	45° 31' 57"	Irrig	0,250	22/12/01
Rio Santana	Rio São Francisco	Rio Santana	Lagoa da Prata	20° 04' 32"	45° 32' 58"	Irrig e Industrial	0,420	22/12/01
Córrego Capão Vermelho	Rio São Francisco	Rio do Jacaré	Lagoa da Prata	20° 02' 40"	45° 28' 12"	Irrig	0,000	14/11/01
Rio Bambuí	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Iguatama	20° 02' 03"	45° 41' 19"	Irrig	0,280	8/2/01
Rio Bambuí	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Iguatama	20° 00' 33"	45° 42' 28"	Irrig	0,215	8/2/01
Córrego dos Monjolos	Rio São Francisco	Córrego dos Monjolos	Iguatama	20° 13' 54"	45° 46' 12"	Irrig	0,007	12/10/01
Rio Preto	Rio São Francisco	Rio Preto	Arcos	20° 06' 24"	45° 36' 22"	Irrig	0,100	8/2/01
Córrego de Arcos	Rio São Francisco	Rio Preto	Arcos	20° 19' 18"	45° 30' 11"	Irrig e Piscicultura	0,001	22/12/01
Afluente do Córrego dos Arcos ME	Rio São Francisco	Rio São Domingos	Arcos	20° 19' 06"	45° 30' 48"	Irrig	0,001	22/11/01
Ribeirão dos Machados	Rio São Francisco	Ribeirão dos Machados	Bom Despacho	19° 45' 30"	45° 25' 48"	Irrig	0,030	24/1/01
Córrego Capetinga (Trecho Retificado)	Rio São Francisco	Ribeirão dos Machados	Bom Despacho	19° 45' 00"	45° 24' 39"	Irrig	0,027	8/2/01
Córrego Capetinga (Trecho Retificado)	Rio São Francisco	Ribeirão dos Machados	Bom Despacho	19° 44' 53"	45° 25' 09"	Irrig	0,015	8/2/01
Ribeirão Doce	Rio São Francisco	Ribeirão dos Machados	Bom Despacho	19° 46' 49"	45° 27' 35"	Irrig	0,013	23/3/01
Córrego do Espinho	Rio São Francisco	Ribeirão dos Machados	Bom Despacho	19° 48' 31"	45° 20' 19"	Irrig	0,006	2/6/01
Córrego Capetinga	Rio São Francisco	Ribeirão dos Machados	Bom Despacho	19° 45' 35"	45° 21' 49"	Irrig	0,022	15/8/01
Ribeirão dos Machados	Rio São Francisco	Ribeirão dos Machados	Bom Despacho	19° 44' 38"	45° 25' 08"	Irrig	0,021	4/9/01
Córrego Esgoto	Rio São Francisco	Córrego Bom Sucesso	Bom Despacho	19° 44' 14"	45° 27' 33"	Irrig	0,005	22/11/01
Ribeirão dos Veados	Rio São Francisco	Ribeirão dos Veados	Dores do Indaiá	19° 24' 36"	45° 35' 02"	Irrig	0,150	1/8/01
Córrego Goiano	Rio São Francisco	Rio Preto	Japaraíba	20° 07' 36"	45° 33' 02"	Irrig	0,010	22/12/01
Afluente do Córrego dos Lemos	Rio São Francisco	Rio Perdição	Tapiraí	19° 49' 41"	46° 09' 02"	Irrig	0,002	31/3/01
Córrego dos Lemos	Rio São Francisco	Rio Perdição	Tapiraí	19° 49' 23"	46° 09' 28"	Irrig	0,001	31/3/01
Afluente do Córrego dos Lemos	Rio São Francisco	Rio Perdição	Tapiraí	19° 49' 48"	46° 08' 42"	Irrig	0,001	31/3/01
Córrego do Paulino	Rio São Francisco	Rio Perdição	Tapiraí	19° 50' 24"	46° 08' 19"	Irrig	0,003	31/3/01
Córrego do Paulino	Rio São Francisco	Rio Perdição	Tapiraí	19° 50' 27"	46° 08' 20"	Irrig	0,003	31/3/01
Córrego das Sombras	Rio São Francisco	Rio Perdição	Tapiraí	19° 52' 13"	46° 08' 22"	Irrig	0,016	31/3/01
Córrego Bonifácio	Rio São Francisco	Rio Santana	Japaraíba	20° 05' 50"	45° 33' 10"	Irrig	0,019	22/12/01
Afluente do Córrego do Pontal	Rio São Francisco	Ribeirão dos Patos	Piumhi	20° 23' 42"	45° 53' 59"	Irrig	0,001	14/7/01
Afluente do Córrego do Pontal	Rio São Francisco	Ribeirão dos Patos	Piumhi	20° 21' 29"	45° 55' 27"	Irrig	0,001	14/7/01
Córrego do Sobradinho	Rio São Francisco	Ribeirão dos Patos	Piumhi	20° 24' 07"	45° 53' 23"	Irrig	0,001	14/7/01
Córrego do Sobradinho	Rio São Francisco	Ribeirão dos Patos	Piumhi	20° 23' 22"	45° 53' 25"	Irrig	0,002	14/7/01
Afluente do Córrego do Inhame	Rio São Francisco	Ribeirão dos Patos	Piumhi	20° 20' 60"	45° 53' 49"	Irrig	0,001	1/8/01
afluente do Córrego Inhame	Rio São Francisco	Ribeirão dos Patos	Piumhi	20° 21' 51"	45° 54' 11"	Irrig	0,001	14/7/01
Ribeirão da Menina	Rio São Francisco	Ribeirão dos Veados	Quartel Geral	19° 17' 32"	45° 33' 55"	Irrig	0,004	29/9/01
Córrego Canavial	Rio São Francisco	Ribeirão dos Veados	Quartel Geral	19° 18' 57"	45° 38' 13"	Irrig	0,002	24/10/01
Córrego da Forquilha	Rio São Francisco	Córrego da Forquilha	Martinho Campos	19° 30' 49"	45° 23' 05"	Irrig	0,013	24/10/01
Ribeirão da Pimenteira	Rio São Francisco	Rio Samburá	Medeiros	19° 58' 07"	46° 24' 49"	Dess.animais	0,090	14/11/01
Ribeirão do Servo	Rio São Francisco	Rio Samburá	Medeiros	19° 56' 29"	46° 25' 18"	Irrig	0,060	14/11/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Bambuí	21° 59' 36"	46° 01' 24"	Abastecimento	0,018	8/2/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Bambuí	21° 59' 36"	46° 01' 24"	Abastecimento	0,020	22/12/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Bambuí	21° 59' 36"	46° 01' 24"	Abastecimento	0,007	22/12/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Bambuí	21° 59' 36"	46° 01' 24"	Abastecimento	0,044	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Bambuí	21° 59' 36"	46° 01' 24"	Abastecimento	0,027	23/2/01



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

Outorgas Superficiais e Subterrâneas 2001

- UPRGH SF1 -



Curso d'água	Bacia Federal	Bacia Estadual	Município	Latitude	Longitude	Uso	Vazão (m³/s)	Data
Poço	Rio São Francisco	Córrego Olhos D'água	BambuÍ	20° 05' 31"	45° 58' 32"	Cons. Humano	0,001	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Samburá	São Roque de Minas	21° 45' 17"	47° 38' 03"	Abastecimento	0,013	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão dos Porcos	Estrela do Indaiá	20° 28' 39"	46° 12' 45"	Abastecimento	0,004	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão dos Porcos	Estrela do Indaiá	20° 28' 39"	46° 12' 45"	Abastecimento	0,008	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão dos Porcos	Estrela do Indaiá	20° 28' 39"	46° 12' 45"	Abastecimento	0,003	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão dos Porcos	Estrela do Indaiá	20° 28' 39"	46° 12' 45"	Abastecimento	0,004	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão dos Porcos	Estrela do Indaiá	20° 28' 39"	46° 12' 45"	Abastecimento	0,004	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão dos Porcos	Estrela do Indaiá	20° 28' 39"	46° 12' 45"	Abastecimento	0,003	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão dos Porcos	Estrela do Indaiá	20° 28' 39"	46° 12' 45"	Abastecimento	0,007	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão Jorge	Luz	20° 11' 56"	46° 18' 52"	Abastecimento	0,005	2/6/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão Jorge	Luz	20° 11' 56"	46° 18' 52"	Abastecimento	0,002	19/6/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão Jorge	Luz	20° 11' 56"	46° 18' 52"	Abastecimento	0,004	19/6/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Córrego Danta	20° 10' 34"	46° 05' 45"	Abastecimento	0,009	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Córrego Danta	20° 10' 34"	46° 05' 45"	Abastecimento	0,002	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Rio Bambuí	Córrego Danta	20° 10' 34"	46° 05' 45"	Abastecimento	0,003	23/2/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão da Usina	Santo Antônio do Monte	20° 03' 18"	45° 19' 31"	Industrial	0,001	1/8/01
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão da Usina	Santo Antônio do Monte	19° 57' 41"	45° 18' 45"	Cons. Humano, Dess.animais e industrial	0,001	23/2/01

Outorgas Superficiais e Subterrâneas 2001

- UPRGH SF4 -

Curso d'água	Bacia Federal	Bacia Estadual	Município	Latitude	Longitude	Uso	Vazão (m³/s)	Data
Ribeirão da Marmelada	Rio São Francisco	Ribeirão da Marmelada	Abaeté	19° 07' 10"	45° 22' 38"	Irrig	0,015	08/02/2001
Córrego do Brejo	Rio São Francisco	Ribeirão das Lages	Abaeté	19° 16' 02"	45° 17' 54"	Irrig	0,002	17/02/2001
Córrego do Brejo	Rio São Francisco	Ribeirão das Lages	Abaeté	19° 16' 05"	45° 17' 48"	Irrig	0,002	16/03/2001
Córrego das Tabocas	Rio São Francisco	Córrego das Tabocas	Abaeté	19° 11' 29"	45° 19' 39"	Irrig	0,006	29/09/2001
Corrêgo Confusão	Rio São Francisco	Rio Abaete	São Gotardo	19° 19' 12"	46° 03' 59"	Abastecimento	0,120	07/11/2001
Córrego do Retiro	Rio São Francisco	Rio Abaeté	São Gotardo	19° 19' 31"	46° 03' 08"	Lavagem de veículos	0,001	08/02/2001
Afluente do Córrego Santo Inácio	Rio São Francisco	Rio Abaeté	São Gonçalo do Abaeté	18° 20' 46"	45° 56' 17"	Irrig	0,006	22/12/2001
Córrego Abaeté dos Venâncios	Rio São Francisco	Rio Abaeté	São Gotardo	19° 14' 47"	46° 05' 09"	Irrig	0,001	05/05/2001
Córrego Abaeté dos Venâncios	Rio São Francisco	Rio Abaeté	São Gotardo	19° 14' 36"	46° 04' 54"	Irrig	0,003	24/05/2001
Rio Abaeté	Rio São Francisco	Rio Abaeté	Matutina	19° 10' 58"	46° 06' 10"	Irrig	0,006	19/06/2001
Rio Abaeté	Rio São Francisco	Rio Abaeté	Rio Paranaíba	19° 18' 14"	46° 07' 58"	Irrig	0,010	01/08/2001
Ribeirão Extrema	Rio São Francisco	Rio Abaeté	Patos de Minas	18° 34' 37"	45° 53' 54"	Irrig	0,011	14/09/2001
Córrego Bauzinho	Rio São Francisco	Rio Abaeté	Patos de Minas	18° 41' 09"	46° 14' 50"	Abastecimento	0,005	12/10/2001
Córrego s/n	Rio São Francisco	Rio da Prata	Patos de Minas	18° 37' 46"	46° 19' 17"	Irrig	0,003	19/06/2001
Afluente do Córrego Frio	Rio São Francisco	Rio Indaiá	Tiros	18° 44' 03"	45° 40' 34"	Irrig	0,002	14/11/2001
Rio Borrachudo	Rio São Francisco	Rio Borrachudo	Tiros	18° 43' 43"	45° 43' 26"	Irrig	0,150	14/11/2001
Poço	Rio São Francisco	Ribeirão Ribeirãozinho	Abaeté	19° 07' 59"	45° 26' 07"	Irrig	0,002	24/01/2001
Poço	Rio São Francisco	Afluente da Represa Três Marias	Abaeté	18° 59' 25"	45° 14' 21"	Cons. Humano e Industrial	0,001	08/02/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Abaeté	São Gotardo	19° 19' 06"	46° 03' 42"	Cons. Humano	0,002	23/02/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Abaeté	São Gotardo	20° 41' 20"	47° 57' 03"	Abastecimento	0,005	23/02/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Abaeté	São Gotardo	20° 41' 20"	47° 57' 03"	Abastecimento	0,010	23/02/2001
Poço	Rio São Francisco	Afluente da Represa Três Marias	Felixlândia	18° 44' 48"	45° 01' 32"	Cons. Humano e Industrial	0,005	23/02/2001



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Anexo C **Descrição das Estações de amostragem**

**Descrição das Estações de Amostragem
- UPGRH SF1 e SF4 -**

Estação	Descrição	Latitude			Longitude			Altitude (m)
SF001	Rio SÃO FRANCISCO a montante da cidade de Vargem Bonita	20	19	57	46	28	07	750
SF002	Rio SÃO MIGUEL na localidade de Calciolândia	20	14	12	45	39	34	661
SF003	Rio SÃO FRANCISCO na cidade de Iguatama	20	10	18	45	42	54	640
SF004	Rio PRETO a jusante da localidade de Ilha de Baixo	20	09	39	45	36	52	446
SF005	Rio SÃO FRANCISCO a montante da foz do Rio Pará	19	16	46	45	16	29	650
SF006	Rio SÃO FRANCISCO a jusante da foz do Rio Pará	19	09	41	45	06	18	600
SF007	Ribeirão MARMELADA a jusante da cidade de Abaeté	19	09	24	45	25	41	600
SF009	Ribeirão SUCURIÚ a montante do Reservatório de Três Marias	18	43	10	45	28	35	600
SF011	Rio INDAIÁ a montante do Reservatório de Três Marias	18	40	41	45	33	56	600
SF013	Rio BORRACHUDO a montante do Reservatório de Três Marias	18	27	56	45	38	50	720
SF015	Rio SÃO FRANCISCO a jusante do Reservatório de Três Marias	18	09	16	45	13	31	500
SF017	Rio ABAETÉ próximo de sua foz no Rio São Francisco	18	06	35	45	27	48	600

Anexo D
Significado Sanitário dos Parâmetros de Qualidade
de Água Selecionados

I. PARAMETROS FÍSICOS

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, por exemplo, o 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. Variações de temperatura são partes do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical.

Cor

A cor é originada de forma natural, 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.

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 de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas.

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 naturalmente contidos nas águas correntes e de origem antropogênica 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



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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.

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 são a dissolução de rochas e as reações do dióxido de carbono (CO₂), resultantes da atmosfera ou da decomposição da matéria orgânica, com a água. 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.

Dureza

É a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais freqüentemente associados à dureza são os cátions divalentes Ca²⁺ e Mg²⁺. As principais fontes de dureza são a dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, exemplificando as rochas calcáreas e os 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. Neste caso, o resultado é anotado preferencialmente como volume (mL/L) acrescentado pelo tempo de



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



formação; sólidos não sedimentáveis, que não dão sujeitos nem à flotação, nem à sedimentação.

II. PARÂMETROS QUÍMICOS

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 pode acarretar no desaparecimento dos seres 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.

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 manter a vida aquática.

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 freqüentemente 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 micro-flora 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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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 a degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

Nitrogênio Nitrato

É a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Concentrações de nitratos superiores a 5mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte 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 exagero, 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.

Nitrogênio Amoniacal (amônia)

É uma substância tóxica não persistente e não cumulativa e, 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).

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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere a 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 processo 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.

Fósforo Total

O fósforo é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. A origem antropogênica é oriunda 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 outras plantas aquáticas desagradáveis, principalmente em reservatórios ou águas paradas, podendo conduzir ao processo de eutrofização.

Cádmio (Cd)

O cádmio possui uma grande mobilidade em ambientes aquáticos, é bioacumulativo e persistente no ambiente, acumula em organismos aquáticos, possibilitando sua entrada na cadeia alimentar. Está presente em águas doces em concentrações traços, geralmente inferiores a 1 µg/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 pode ser fator para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, doenças crônicas em idosos e câncer.

Bário (Ba)

Em geral ocorre nas águas naturais em baixas concentrações, variando de 0,7 a 900 µg/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 sanguínea, por vasoconstrição, até sérios efeitos tóxicos sobre o coração.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

Chumbo (Pb)

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Em sistemas aquáticos, o comportamento de compostos de chumbo é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. Concentrações de chumbo acima de 0,1mg/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 pela 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 injeção de doses excessivamente altas pode acarretar em irritação e corrosão da mucosa, 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 e hexavalente. Na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e, sua carência, causa doenças. Já na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno, sendo assim, os limites máximos 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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

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, como fontes secundárias, a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis e a fetar nervos cardíacos e respiratórios. O níquel acumula-se no sedimento, em musgos e plantas aquáticas superiores.

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 µg/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.

Zinco (Zn)

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

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





Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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.

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.

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, tingimento de instalações sanitárias, aparecimento de manchas nas roupas lavadas e acúmulo de depósitos em sistemas de distribuição. A água potável contaminada com manganês desenvolve a doença denominada manganismo, sintomas similares aos vistos em mineradores de manganês ou trabalhadores de plantas de aço.

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.

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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

Sódio (Na)

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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.

Potássio (K)

O potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais já que rochas que contém potássio são relativamente resistentes às ações do tempo. Entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura e entra 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.

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.

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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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.

Sulfetos

Os sulfetos são combinações de metais, não metais, complexos e radicais orgânicos ou eles são os sais e ésteres do ácido sulfídrico (H_2S), respectivamente. A maioria dos sulfetos metálicos de uso comercial são 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 no reino 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.

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 salientam-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 têxtil 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 automóvel, quer como metal puro, quer sob a forma de ligas com alumínio e zinco, ou com metais menos frequentes, como o zircônio, o tório, os lantanídeos e outros.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

Boro (B)

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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 borossilicato, 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.

Arsênio (As)

Devido às suas propriedades semi-metálicas, 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 a 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 utiliza-se 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 deva haver cuidados de ventilação em ambientes industriais que usem compostos de arsênio.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



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 E.U.A., 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 a 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.

II. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

Coliformes Totais

O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que tem 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 ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria 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 presença destas bactérias pode indicar a presença de organismos patogênicos na água, causadores de doenças. Estas 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 indica que os despejos são preponderantemente provenientes de animais domésticos, enquanto que para despejos humanos a se apresenta maior que quatro. 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.

III. 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, servindo de instrumento à melhor compreensão e fornecimento de respostas às ações que vem 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.



Instituto Mineiro de
Gestão das Águas

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



No ensaio de toxicidade crônico o organismo aquático utilizado é a *Ceriodaphnia dubia*. São utilizadas as denominações Agudo, Crônico e Não Tóxico, para eventual descrição dos efeitos deletérios sobre os organismos aquáticos. O efeito agudo é caracterizado por uma resposta severa e rápida a um estímulo, a qual se manifesta nos organismos aquáticos em tempos relativamente curtos (0 a 96 horas), sendo o efeito morte o mais observado. O efeito crônico caracteriza-se pela resposta a um estímulo que continua por longos períodos de exposição do organismo ao poluente (1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo) e podem ser expressas 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 coletada, pode-se considerar que os respectivos corpos de água que estão sendo avaliados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática.



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Anexo E **Resultados dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade** **das Águas em 2001**



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF01 -

Variável	Padrão			Unidade	SF001	SF001	SF001	SF001
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data					1/2/2001	16/4/2001	30/7/2001	15/10/2001
Hora					15:00	14:40	14:50	14:10
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,0	28,0	25,0	30,0
Temperatura da Água				° C	25,0	23,2	21,3	24,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,24	6,56	6,97	7,03
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,60	7,40	7,46	6,50
Condutividade Elétrica				µmho/cm	9,50	14,00	18,30	16,10
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				18,00
Turbidez	40	100	100	NTU	18,90	3,36	1,12	2,20
Cor	30	75	75	UPt	30,00		20,00	
Sólidos Totais				mg / L	41,00	27,00	27,00	22,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	15,00	19,00	26,00	13,00
Sólidos Suspensão				mg / L	26,00	8,00	1,00	9,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	4,00		8,10	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	9,50		8,60	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	5,40		6,40	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	4,10		2,20	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	0,72	< 0,30	< 0,30	0,72
Potássio				mg / L K	0,29		0,31	
Sódio				mg / L Na	0,55		0,94	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	4,70		< 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	0,03	0,01	0,02	0,04
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,10		0,20	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,06	0,04	0,01	0,04
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,001	0,004	0,002	0,004
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,16E-04	2,13E-04	4,78E-04	6,97E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,4	7,8	8,3	7,9
% OD Saturação				%	96,7	98,1	100,2	102,5
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	3	< 2	2
DQO				mg / L	11		< 5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	< 0,001	< 0,001	0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	1.300	300	280	300
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	500	170	170	50
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	50		30	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0004	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,008		0,012	
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	0,006		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	0,09		0,06	
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,020		0,010	
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,011		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02		0,07	
IQA					69,8	76,5	79,0	81,8
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	5,08	2,36	1,51	1,61



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF01 -

Variável	Padrão			Unidade	SF002	SF002	SF002	SF002
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					2/2/2001	17/4/2001	31/7/2001	16/10/2001
Hora					10:40	9:55	10:00	9:45
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	27,0	24,0	22,0	26,0
Temperatura da Água				° C	25,0	22,9	20,2	23,0
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,59	7,70	7,63	7,75
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		8,01	8,02	7,97	7,89
Condutividade Elétrica				µmho/cm	400,00	406,30	407,30	36,40
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				395,00
Turbidez	40	100	100	NTU	3,00	8,48	4,23	2,93
Cor	30	75	75	UPt	5,00		30,00	
Sólidos Totais				mg / L	224,00	241,00	233,00	224,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	151,00	238,00	225,00	223,00
Sólidos Suspensão				mg / L	73,00	3,00	8,00	1,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	175,00		213,70	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	221,20		226,80	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	94,50		184,90	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	126,70		41,90	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,01	1,51	2,05	2,40
Potássio				mg / L K	0,89		1,06	
Sódio				mg / L Na	1,04		2,08	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	2,90		2,20	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,04	0,05	0,01	0,05
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,50	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,49	0,13	0,25	0,54
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	0,003	0,005	0,005
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,55E-03	2,82E-03	1,99E-03	3,18E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,6	7,0	6,3	6,6
% OD Saturação				%	85,4	86,6	73,6	81,8
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	3	< 2	< 2
DQO				mg / L	< 5		6	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,002	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	8.000	3.000	5.000	2.200
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	500	1.300	1.300	1.100
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	1.100		1.300	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0009	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,025		0,029	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	0,020	0,007	0,008
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	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	< 0,03		< 0,03	
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,043		0,074	0,051
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	0,013	0,011	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,10	0,17	0,05	0,07
IQA					71,1	66,6	67,2	67,3
CT					MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	2,35	0,96	0,27	0,83



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF01 -

Variável	Padrão			Unidade	SF003	SF003	SF003	SF003
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					2/2/2001	17/4/2001	31/7/2001	16/10/2001
Hora					11:30	11:15	10:50	10:30
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,0	26,0	23,0	27,0
Temperatura da Água				° C	27,0	24,6	21,0	24,4
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,83	7,02	7,33	7,24
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,20	7,71	7,69	7,62
Condutividade Elétrica				µmho/cm	36,60	57,40	69,30	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				70,00
Turbidez	40	100	100	NTU	306,00	54,10	44,90	145,00
Cor	30	75	75	UPt	100,00		40,00	
Sólidos Totais				mg / L	282,00	77,00	77,00	103,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	46,00	71,00	55,00	43,00
Sólidos Suspensão				mg / L	236,00	6,00	22,00	60,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	17,40		32,70	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	19,70		31,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	16,20		26,70	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	3,50		5,00	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	0,97	0,40	0,81	1,00
Potássio				mg / L K	0,73		0,95	
Sódio				mg / L Na	0,81		1,87	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	3,20		< 1,00	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,11	0,01	0,02	0,05
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,10		0,20	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,11	0,18	0,13	0,15
Nitrito	1	1	1	mg / L N	< 0,001	0,002	0,003	0,004
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	5,18E-04	6,77E-04	1,07E-03	1,10E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,8	7,2	7,7	7,3
% OD Saturação				%	91,5	92,1	91,3	93,0
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	2	< 2
DQO				mg / L	27		5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,002	0,002
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	8.000	800	500	300
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	1.300	500	50	130
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	500		170	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0029		0,0011	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,147		0,055	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,022	0,017	0,007	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,053	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	< 0,03		0,08	
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,295		0,069	0,096
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,08	0,02	0,07	0,02
IQA					51,8	68,4	76,7	61,3
CT					ALTA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA
Vazão				m ³ /s	92,11	44,66	26,09	26,09



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF01 -

Variável	Padrão			Unidade	SF004	SF004	SF004	SF004
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					2/2/2001	17/4/2001	31/7/2001	16/10/2001
Hora					9:00	9:05	8:50	8:45
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	24,0	23,0	18,0	26,0
Temperatura da Água				° C	27,0	21,8	18,7	22,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,41	6,95	7,18	7,60
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,06	7,60	7,58	7,77
Condutividade Elétrica				µmho/cm	168,60	191,70	193,30	209,20
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				207,00
Turbidez	40	100	100	NTU	30,80	23,70	13,20	19,50
Cor	30	75	75	UPt	120,00		50,00	
Sólidos Totais				mg / L	143,00	147,00	141,00	129,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	98,00	126,00	131,00	129,00
Sólidos Suspensão				mg / L	45,00	21,00	10,00	< 1,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	77,40		64,90	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	92,20		73,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	75,50		65,00	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	16,70		8,20	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,65	3,11	8,07	6,23
Potássio				mg / L K	0,43		3,30	
Sódio				mg / L Na	3,84		11,08	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	1,40		9,20	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	0,05	0,04	0,07
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,50	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	0,10	0,10	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,09	0,13	1,37	0,41
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	0,030	0,047	0,092
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,97E-04	4,73E-04	6,40E-04	2,22E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	3,3	5,8	6,0	5,3
% OD Saturação				%	43,5	68,4	66,3	63,7
DBO	3	5	10	mg / L	3	4	2	3
DQO				mg / L	29		5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,003	< 0,001	0,002	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	3.000	5.000	3.000	2.400
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	280	1.300	800	1.300
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	300		1.300	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0012		0,0005	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,067		0,065	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	0,0008	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	0,111	0,014	< 0,005
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	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	1,13		0,16	
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,158		0,057	0,056
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	0,007	< 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	0,53	0,04	0,07	0,04
IQA					58,7	62,1	63,8	61,7
CT					ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Vazão				m ³ /s	1,26	0,51	0,14	0,44



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF01 -**

Variável	Padrão			Unidade	SF005	SF005	SF005	SF005
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2001	20/4/2001	3/8/2001	19/10/2001
Hora					11:40	11:20	10:55	10:50
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	29,0	28,0	27,0	28,0
Temperatura da Água				° C	28,0	25,3	21,5	25,3
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,50	7,26	7,55	7,00
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,27	8,11	7,57	6,80
Condutividade Elétrica				µmho/cm	53,90	77,60	72,90	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				81,00
Turbidez	40	100	100	NTU	471,00	30,20	32,10	95,50
Cor	30	75	75	UPt	40,00		25,00	
Sólidos Totais				mg / L	362,00	79,00	81,00	110,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	85,00	58,00	62,00	72,00
Sólidos Suspensão				mg / L	277,00	21,00	19,00	38,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	24,20		41,30	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	25,90		41,50	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	20,20		36,20	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	5,70		5,30	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	0,68	0,43	0,79	1,43
Potássio				mg / L K	1,05		1,01	
Sódio				mg / L Na	1,32		2,49	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	1,70		< 1,00	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	< 0,01	0,03	0,03	0,03
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,30		0,50	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	0,10	1,40
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,16	0,14	0,11	0,07
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002	0,003	0,002	0,002
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,60E-04	1,23E-03	1,82E-03	9,51E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,6	7,2	8,0	6,6
% OD Saturação				%	90,8	93,6	95,9	85,8
DBO	3	5	10	mg / L	2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	25		10	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,002	0,004
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	2		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	5.000	280	240	1.100
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	300	220	50	50
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	800		23	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0014		0,0004	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,110		0,021	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,012	0,012	< 0,005	0,006
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,012	0,005	< 0,004	0,036
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,05		0,07	
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,204		0,036	0,066
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,010
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,07	0,09	0,02	0,04
IQA					55,8	73,5	78,2	70,5
CT					MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	ALTA
Vazão				m ³ /s	160,26	86,98	52,57	61,01



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF04-**

Variável	Padrão			Unidade	SF006	SF006	SF006	SF006
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2001	20/4/2001	3/8/2001	19/10/2001
Hora					14:10	13:55	13:40	13:15
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	34,0	31,0	28,0	28,0
Temperatura da Água				° C	30,0	26,4	22,9	25,9
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,19	7,55	8,07	7,32
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,47	8,15	7,98	7,10
Condutividade Elétrica				µmho/cm	62,10	76,90	90,60	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				83,00
Turbidez	40	100	100	NTU	176,00	32,90	21,20	105,00
Cor	30	75	75	UPt	50,00		25,00	
Sólidos Totais				mg / L	165,00	79,00	79,00	108,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	46,00	60,00	68,00	77,00
Sólidos Suspensão				mg / L	119,00	19,00	11,00	31,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	26,30		39,50	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	31,70		36,60	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	20,60		32,40	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	11,10		4,20	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,74	1,12	1,65	2,43
Potássio				mg / L K	1,53		1,61	
Sódio				mg / L Na	2,80		5,74	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	3,00		1,70	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,08	0,03	0,03	0,04
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,80		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	0,20	1,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,32	0,29	0,16	0,10
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,003	0,005	0,004	0,003
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	1,45E-03	2,56E-03	1,28E-02	1,62E-02
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,9	7,8	8,3	7,2
% OD Saturação				%	98,5	103,2	102,0	94,3
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	2	2
DQO				mg / L	12		15	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,001	< 0,001	0,002	0,002
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	2		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	3.000	300	240	300
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	500	50	23	80
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	240		23	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0090		0,0004	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,070		0,026	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,007	0,015	< 0,005	0,007
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,006	< 0,004	0,004	0,030
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,11	0,10	0,07	0,20
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,127		0,031	0,069
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	0,006	< 0,004	0,016
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,11	0,02	0,02	0,05
IQA					56,5	77,6	80,7	63,1
CT					BAIXA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA
Vazão				m ³ /s	305,18	166,46	96,01	105,40



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF04 -

Variável	Padrão			Unidade	SF007	SF007	SF007	SF007
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2001	20/4/2001	3/8/2001	19/10/2001
Hora					15:30	15:10	14:50	14:30
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	34,0	33,0	30,0	29,0
Temperatura da Água				° C	27,0	23,2	19,4	24,1
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,52	6,64	6,73	6,47
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,84	7,61	7,08	6,25
Condutividade Elétrica				µmho/cm	60,70	68,30	95,20	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				86,00
Turbidez	40	100	100	NTU	34,10	19,40	23,00	86,10
Cor	30	75	75	UPt	5,00		20,00	
Sólidos Totais				mg / L	76,00	63,00	82,00	105,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	46,00	52,00	73,00	77,00
Sólidos Suspensão				mg / L	30,00	11,00	9,00	28,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	25,80		43,80	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	25,50		34,40	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	14,40		24,70	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	11,10		9,70	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,44	1,44	1,84	2,90
Potássio				mg / L K	1,73		2,02	
Sódio				mg / L Na	3,33		6,05	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	1,20		1,70	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,11	0,10	0,07	0,12
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,90		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	0,30	0,10	1,30
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,13	0,13	0,02	0,02
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005	0,006	0,004	0,005
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,54E-04	7,69E-04	2,40E-04	2,40E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	4,1	4,5	1,9	3,6
% OD Saturação				%	54,9	55,6	21,7	45,4
DBO	3	5	10	mg / L	7	6	< 2	6
DQO				mg / L	27		12	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,003	0,002	0,004	0,002
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	3		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	0,08	0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	> 160.000	160.000	1.400	11.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	50.000	30.000	700	3.000
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	13.000		1.300	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0005	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,010		0,014	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	0,013	< 0,005	0,007
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,031
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	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,10	0,18	0,62	0,73
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,161		0,175	0,201
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,010
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,02	0,03	0,07	0,03
IQA					44,0	47,8	49,0	46,1
CT					ALTA	MÉDIA	ALTA	MÉDIA
Vazão				m ³ /s	2,61	1,10	0,11	0,16



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF04 -

Variável	Padrão			Unidade	SF009	SF009	SF009	SF009
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					8/2/2001	23/4/2001	5/8/2001	22/10/2001
Hora					11:00	10:00	9:15	9:45
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	29,0	26,0	20,0	30,0
Temperatura da Água				° C	25,0	22,8	19,4	24,0
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,53	6,85	6,95	6,72
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,12	7,78	7,44	6,61
Condutividade Elétrica				µmho/cm	53,00	88,70	112,00	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				56,00
Turbidez	40	100	100	NTU	468,00	92,40	9,80	634,00
Cor	30	75	75	UPt	175,00	60,00	25,00	400,00
Sólidos Totais				mg / L	316,00	76,00	93,00	387,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	86,00	66,00	75,00	200,00
Sólidos Suspensão				mg / L	230,00	10,00	18,00	187,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	43,10		60,00	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	23,30		54,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	12,60		35,90	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	10,70		18,30	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,35	< 0,30	0,84	1,86
Potássio				mg / L K	1,77		3,49	
Sódio				mg / L Na	2,78		4,81	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	3,10		2,40	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,04	0,04	0,01	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,80		0,50	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	0,10	0,10	0,40
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,19	0,18	0,06	0,21
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	0,004	0,005	0,018
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,26E-04	4,04E-04	3,98E-04	1,30E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	5,7	5,8	4,9	5,7
% OD Saturação				%	73,2	71,1	55,9	71,7
DBO	3	5	10	mg / L	2	2	< 2	3
DQO				mg / L	26		13	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,003	0,002	0,002	0,003
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	8.000	800	220	1.300
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	2.200	80	50	300
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	8.000		280	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0014		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,146		0,015	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,021		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,014		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	< 0,04
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	0,14	0,45	0,03	0,83
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,266		0,432	0,228
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 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	
IQA					48,7	66,9	73,4	52,0
CT					ALTA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA
Vazão				m ³ /s	0,97	0,31	0,04	0,06



Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF04 -

Variável	Padrão			Unidade	SF011	SF011	SF011	SF011
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					8/2/2001	23/4/2001	5/8/2001	22/10/2001
Hora					9:40	8:50	8:15	8:30
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,0	26,0	15,0	27,0
Temperatura da Água				° C	28,0	25,1	18,8	24,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,72	7,35	7,49	7,33
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,29	8,06	7,75	7,03
Condutividade Elétrica				µmho/cm	40,70	59,90	74,90	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				51,00
Turbidez	40	100	100	NTU	346,00	63,90	19,10	823,00
Cor	30	75	75	UPt	150,00	40,00	25,00	400,00
Sólidos Totais				mg / L	289,00	64,00	62,00	358,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	67,00	51,00	52,00	162,00
Sólidos Suspensão				mg / L	222,00	13,00	10,00	196,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	16,20		35,60	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	16,00		31,60	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	10,00		23,60	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	6,00		8,00	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,78	< 0,30	0,92	1,32
Potássio				mg / L K	2,27		2,45	
Sódio				mg / L Na	1,89		4,13	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	3,40		1,40	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,13	0,16	0,03	0,03
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,60		0,20	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,18	0,06	0,09	0,13
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002	0,005	0,006	0,007
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	4,31E-04	1,49E-03	1,31E-03	1,38E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,3	7,6	8,3	7,2
% OD Saturação				%	99,9	97,8	93,5	91,9
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	3	< 2	2
DQO				mg / L	26		13	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,002	0,003
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	2.800	300	70	3.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	1.100	50	30	500
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	2.400		50	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0009		0,0004	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,113		0,019	
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	0,014		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,010		< 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	0,07	0,09	0,07	1,11
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,240		0,035	0,241
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,007		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,03		0,02	
IQA					51,9	71,2	81,2	54,8
CT					MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	ALTA
Vazão				m ³ /s	27,08	19,62	5,73	4,15



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPGRHs SF04 -**

Variável	Padrão			Unidade	SF013	SF013	SF013	SF013
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					8/2/2001	23/4/2001	5/8/2001	22/10/2001
Hora					13:10	13:05	11:10	13:00
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	30,0	31,0	25,0	32,0
Temperatura da Água				° C	26,0	27,7	20,1	29,0
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,71	7,36	7,69	6,13
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,67	7,95	7,79	7,24
Condutividade Elétrica				µmho/cm	28,50	61,80	81,60	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				44,00
Turbidez	40	100	100	NTU	3.352,00	42,20	19,20	220,00
Cor	30	75	75	UPt	200,00	50,00	25,00	80,00
Sólidos Totais				mg / L	1.573,00	72,00	68,00	157,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	112,00	47,00	55,00	64,00
Sólidos Suspensão				mg / L	1.461,00	25,00	13,00	93,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	23,90		38,90	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	14,10		35,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	8,20		27,50	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	5,90		7,70	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,25	0,42	0,80	0,89
Potássio				mg / L K	1,61		2,96	
Sódio				mg / L Na	1,41		2,77	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	3,60		< 1,00	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,04	0,03	0,02	0,02
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,50		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	3,00	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,12	0,08	0,07	0,05
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,003	0,004	0,003	0,004
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	3,67E-04	1,82E-03	6,79E-02	1,19E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,4	7,5	8,8	7,2
% OD Saturação				%	85,1	103,4	103,3	102,0
DBO	3	5	10	mg / L	4	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	74		6	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,001	0,002
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	30.000	1.700	140	3.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	7.000	80	30	2.300
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	13.000		30	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0016		0,0009	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,487		0,032	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,043		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,048	< 0,004	0,004	0,063
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	0,12		< 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	0,06		0,04	
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,827		0,045	0,134
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,019	< 0,004	< 0,004	0,012
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,11		0,02	
IQA					39,4	75,8	81,7	51,5
CT					ALTA	BAIXA	ALTA	ALTA
Vazão				m ³ /s	14,27	4,94	2,30	2,94



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPRGHs SF04 -**

Variável	Padrão			Unidade	SF015	SF015	SF015	SF015
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					9/2/2001	24/4/2001	6/8/2001	23/10/2001
Hora					8:45	10:40	10:45	10:10
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	25,0	29,0	26,0	27,0
Temperatura da Água				° C	26,0	27,2	22,8	24,2
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,46	6,56	7,12	7,16
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,78	7,50	7,53	6,92
Condutividade Elétrica				µmho/cm	66,70	63,30	78,30	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				83,00
Turbidez	40	100	100	NTU	29,90	20,90	4,73	10,10
Cor	30	75	75	UPt	5,00		15,00	
Sólidos Totais				mg / L	71,00	66,00	57,00	64,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	65,00	55,00	49,00	61,00
Sólidos Suspensão				mg / L	5,00	11,00	8,00	3,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	23,00		25,10	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	24,70		29,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	20,40		22,90	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	4,30		6,80	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	3,89	0,89	1,24	1,42
Potássio				mg / L K	1,90		1,93	
Sódio				mg / L Na	2,90		3,76	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	6,60		6,40	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,02	0,03	0,03	0,05
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	1,00		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,18	0,04	0,12	0,06
Nitrito	1	1	1	mg / L N	< 0,001	0,004	0,003	0,002
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,06E-04	2,82E-04	7,50E-04	9,07E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	3,6	3,8	7,1	7,6
% OD Saturação				%	46,7	50,6	86,1	94,9
DBO	3	5	10	mg / L	3	2	< 2	< 2
DQO				mg / L	19		9	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	0,001	0,002	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	900	700	110	130
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	130	110	110	80
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	240		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	0,023		0,019	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	0,013	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	0,004	0,026
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	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	< 0,03	0,09	< 0,03	< 0,03
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,104		0,062	0,089
Mercúrio	0,2	0,2	2	mg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,09	0,05	0,09	0,10
Toxicidade crônica								
IQA					62,5	66,5	78,2	78,9
CT					MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA
Vazão				m ³ /s				



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas
- UPRGHs SF04 -**

Variável	Padrão			Unidade	SF017	SF017	SF017	SF017
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					8/2/2001	24/4/2001	6/8/2001	23/10/2001
Hora					16:15	9:00	9:20	8:45
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	34,0	26,0	23,0	27,0
Temperatura da Água				° C	30,0	25,6	20,9	26,3
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,34	7,57	7,53	7,43
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,67	8,06	7,82	7,25
Condutividade Elétrica				µmho/cm	73,00	78,10	83,50	
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				67,00
Turbidez	40	100	100	NTU	298,00	66,60	11,30	211,00
Cor	30	75	75	UPt	40,00	50,00	20,00	70,00
Sólidos Totais				mg / L	266,00	89,00	58,00	150,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	54,00	59,00	49,00	76,00
Sólidos Suspensão				mg / L	212,00	30,00	9,00	74,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO ₃	23,90		39,20	
Dureza Total				mg / L CaCO ₃	35,10		36,80	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO ₃	23,70		27,60	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO ₃	11,40		9,20	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	4,64	0,59	1,08	1,46
Potássio				mg / L K	1,97		1,94	
Sódio				mg / L Na	2,35		3,18	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO ₄	3,60		1,40	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,04	0,02	0,06	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,20	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	0,20	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,10	0,04	0,03	0,02
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002	0,007	0,003	0,006
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH ₃	2,03E-03	5,07E-03	1,67E-03	1,94E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,8	7,6	8,2	7,1
% OD Saturação				%	97,1	98,9	96,6	93,7
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	< 2	2
DQO				mg / L	19		< 5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C ₆ H ₅ OH	0,002	< 0,001	0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	2		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	5.000	110	70	3.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	700	30	50	500
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	500		110	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0007		0,0012	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,107		0,029	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005		< 0,0005	
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,009	0,015	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,007	< 0,004	0,005	0,038
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	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	< 0,03		0,16	
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,164		0,034	0,131
Mercúrio	0,2	0,2	2	mg / L Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		0,008	
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	0,03	0,02	0,03
Toxicidade crônica								
IQA					55,9	76,8	80,3	57,5
CT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA
Vazão				m ³ /s	76,77	30,61	11,66	

Legenda:

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

IQA: **Excelente** $90 < IQA = 100$

Bom $70 < IQA = 90$

Médio $50 < IQA = 70$

Ruim $25 < IQA = 50$

Muito Ruim $0 < IQA = 25$

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.