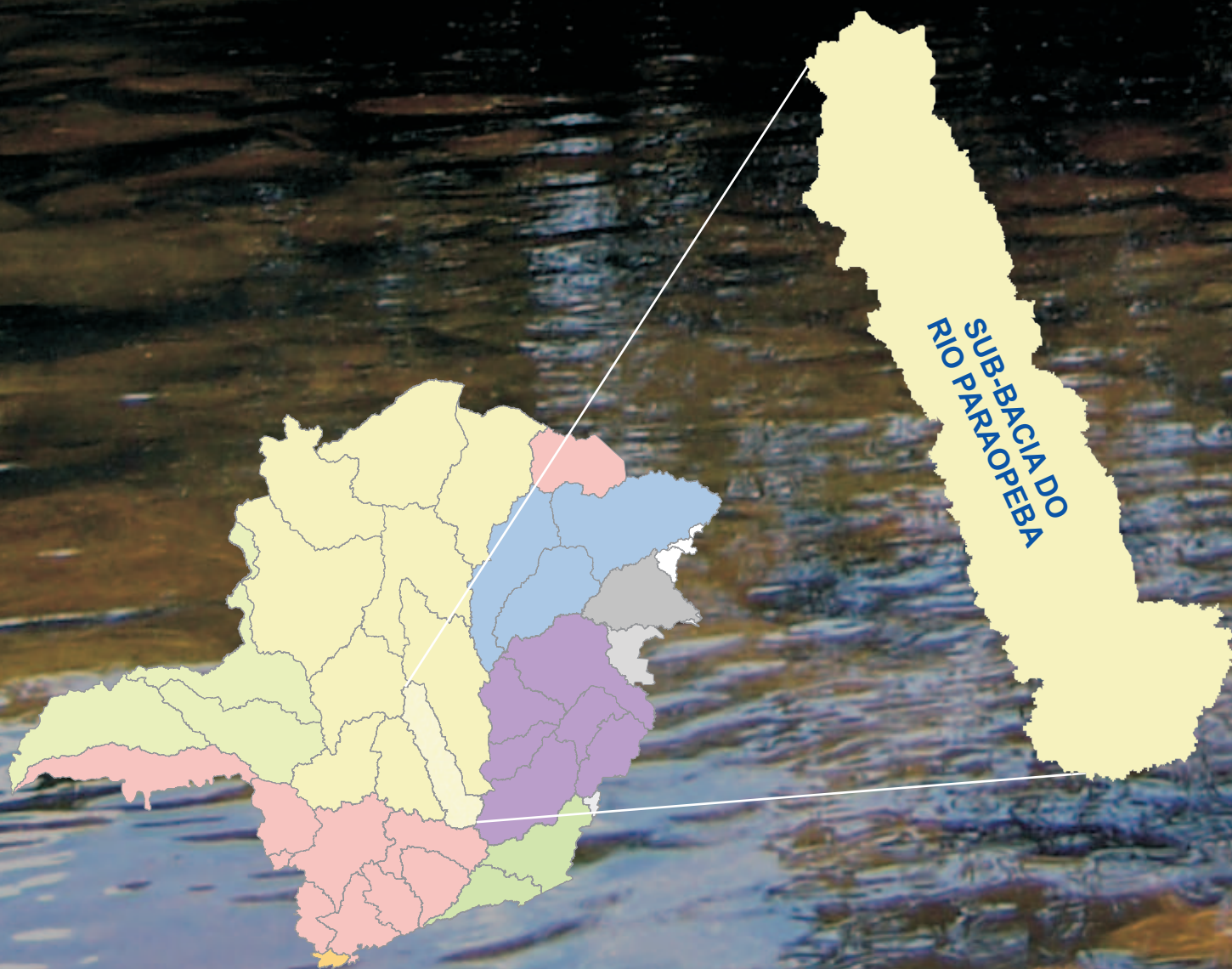


# MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA

## RELATÓRIO ANUAL 2008



Governo do Estado de Minas Gerais  
Sistema Estadual de Meio Ambiente  
Instituto Mineiro de Gestão das Águas





Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA SUB-BACIA  
DO RIO PARAÓPEBA EM 2008**

**Relatório Anual**

Belo Horizonte  
Junho/2009

---

**SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento  
Sustentável**

---

**Secretário**

José Carlos Carvalho

---

**IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas**

---

**Diretoria de Monitoramento e Fiscalização Ambiental**

Marília Carvalho de Melo

**Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento**

Zenilde das Graças Guimarães Viola

**Coordenação do Projeto Águas de Minas**

Wanderlene Ferreira Nacif

---

**FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente**

---

**Presidente**

José Cláudio Junqueira Ribeiro

---

**CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais**

---

**Presidente**

Alfredo Gontijo de Oliveira

**Diretoria de Desenvolvimento e Serviços Tecnológicos**

Marcílio César de Andrade

**Coordenação do Setor de Medições Ambientais – SAM**

José Antônio Cardoso

**Coordenação do Setor de Análises Químicas**

Olguita Geralda Ferreira Rocha

**Coordenação do Setor de Recursos da Água**

Sávio Gonçalves Rosa

I59m

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.  
Monitoramento da qualidade das águas  
superficiais na sub-bacia do Rio Paraopeba em  
2008. --- Belo Horizonte: Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas, 2008.  
229p. : mapas

Relatório anual.

1. Qualidade da água – Minas Gerais. 2. Sub-bacia  
Hidrográfica do Rio Paraopeba. II. Título

CDU: 556.51(815.1)



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

## REALIZAÇÃO:

---

### **IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas**

---

#### **Diretoria de Monitoramento e Fiscalização Ambiental**

Marília Carvalho de Melo, Engenheira Civil - Diretora

#### **Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento**

Zenilde das Graças Guimarães Viola, Química - Gerente

#### **Coordenação do Projeto Águas de Minas**

Wanderlene Ferreira Nacif, Química - Coordenadora

#### **Equipe Técnica**

Ângela Aparecida Pezzuti, Geógrafa

Beatriz Trindade Laender, Geógrafa

Denise Aparecida Avelar Costa Silva, Geógrafa

Ellen Almeida da Cruz, Estagiária tecnóloga em Gestão Ambiental

Estefânia Fernandes dos Santos, Geóloga

Igor Lacerda Ferreira, Geógrafo

Laylla Gabrielle Borges Correia, Estagiária de Engenharia Ambiental

Leonardo Corradi Coelho, Geógrafo

Lívia Marcele Evangelista Borges, Estagiária de Geografia

Ludmila Vieira Lage, Estatística

Milton Olavo de Paiva Franco, Químico

Mariana Moreira Nunes de Carvalho, Ecóloga

Maricene Menezes de Oliveira Mattos Paixão, Geóloga

Patrícia Sena Coelho, Bióloga

Raquel Souza Mendes, Bióloga

Regina Márcia Pimenta de Mello, Bióloga

Rejane Aparecida de Oliveira, Estagiária de Relações Públicas

Rômulo Cajueiro de Melo, Biólogo

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Thiago Augusto Borges Rodrigues, Biólogo

Vanessa Kelly Saraiva, Química

Verônica de Cássia Morini Gonçalves, Estagiária de Biologia



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

## **APOIO:**

---

### **Informações Hidrológicas**

---

**IGAM- Gerência de Apoio a Regularização Ambiental**

**IGAM - Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais/SIMGE**

---

### **Coletas de Amostras e Análises**

---

**CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais**

#### **Setor de Medições Ambientais – SAM**

José Antônio Cardoso, Químico - Coordenador

João de Deus, técnico em Química

Maurílio César de Faria, técnico em Química

Patrícia Neres dos Santos, Química

Patrícia Pedrosa Marques, Química

Sávio Gonçalves Rosa, Biólogo

Marina Miranda Marques Viana, Química

#### **Setor de Análises Químicas**

Olguita Geralda Ferreira Rocha, Química e Bioquímica Farmacêutica - Coordenadora

Renata Vilela Cecílio Dias, Química

#### **Setor de Recursos da Água**

Agostinho Clóvis da Silva, Biólogo - Coordenador

Célia de Fátima Machado, Bióloga

Fábio de Castro Patrício, Biólogo



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

## APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento econômico e tecnológico e o crescimento populacional acelerado geram situações de conflito e escassez dos recursos hídricos por todo o planeta. A água é um elemento vital para esse progresso, além de ser essencial à sobrevivência dos seres vivos. Com todo o seu potencial hídrico, Minas Gerais prima por uma política de gestão de água eficiente.

Nesse contexto, conhecer a qualidade das águas superficiais em nosso Estado é uma ferramenta básica para definir estratégias que busquem a conservação, a recuperação e o uso racional dos recursos hídricos, reduzindo os conflitos e direcionando as atividades econômicas. O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), por meio do Projeto Águas de Minas, está desde 2001 ampliando a rede de monitoramento das águas superficiais.

Os dados e as informações contidos nesta publicação são o resultado deste esforço que visa subsidiar decisões dos comitês de bacias hidrográficas, dos órgãos governamentais, empresas, da sociedade e das entidades que lutam em prol da sustentabilidade e da consolidação da Gestão compartilhada e descentralizada dos recursos hídricos.

Cleide Izabel Pedrosa de Melo  
Diretora Geral do IGAM

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	A Deliberação Normativa Conjunta do COPAM/CERH 01/2008 e a qualidade das águas do Estado .....	3
2	UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (UPGRHS) .....	4
3	PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS .....	10
3.1	Significado Ambiental dos Parâmetros .....	11
3.1.1	<b>Parâmetros Físicos</b> .....	<b>11</b>
3.1.2	<b>Parâmetros Químicos</b> .....	<b>13</b>
3.1.3	<b>Parâmetros Microbiológicos</b> .....	<b>24</b>
3.1.4	<b>Parâmetro Hidrobiológico</b> .....	<b>25</b>
4	INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	26
4.1	Índice de Qualidade das Águas - IQA .....	26
4.2	Contaminação por Tóxicos - CT.....	28
4.3	Ensaio Ecotoxicológico .....	29
4.4	IET.....	30
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	32
5.1	Rede de Monitoramento.....	33
5.2	Coletas e Análises.....	34
5.2.1	<b>Coletas</b> .....	<b>34</b>
5.2.2	<b>Análises</b> .....	<b>58</b>
5.3	Avaliação Temporal .....	59
5.4	Avaliação Espacial .....	60
5.5	Avaliação Ambiental - Pressão x Estado x Resposta .....	60
6	ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA.....	62
6.1	O que é Enquadramento dos Corpos de Água .....	62
6.2	Modalidades de enquadramento dos corpos de água.....	62
6.3	Enquadramento dos corpos de água em Minas Gerais.....	62
6.4	Procedimentos metodológicos do enquadramento.....	63
7	OUTORGA .....	65
7.1	O Que é Outorga de Direito de Uso.....	65

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

7.2	Modalidades de Outorga .....	65
7.3	A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais.....	66
7.4	A Quem Solicitar.....	66
7.5	Como Solicitar a Outorga.....	67
7.6	Quando se Deve Solicitar a Outorga.....	67
7.7	Os Usos de Recursos Hídricos Sujeitos a Outorga .....	67
7.8	Usos que Independem de Outorga.....	67
7.9	Procedimento para a Solicitação de Outorga .....	68
7.10	Documentação Necessária para a Obtenção da Outorga ....	68
8	SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008.....	68
8.1	IQA – Índice de Qualidade das Águas nas Bacias Hidrográficas 70	
8.2	CT – Contaminação por Tóxicos nas Bacias Hidrográficas.....	81
8.3	Parâmetros em desacordo com a legislação .....	91
8.3.1	<b>No estado de Minas Gerais .....</b>	<b>91</b>
8.3.2	<b>Nas bacias hidrográficas.....</b>	<b>94</b>
8.4	Ensaio de Ecotoxicidade.....	105
8.5	IET – Índice de Estado Trófico nas Bacias Hidrográficas.....	120
9	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA	136
10	CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2008.	151
10.1	Rio Paraopeba e seus afluentes .....	151
10.1.1	<b>Rio Paraopeba.....</b>	<b>152</b>
10.1.2	<b>Rio Maranhão .....</b>	<b>158</b>
10.1.3	<b>Rio Brumado.....</b>	<b>162</b>
10.1.4	<b>Rio Camapuã .....</b>	<b>164</b>
10.1.5	<b>Rio Macaúbas .....</b>	<b>167</b>
10.1.6	<b>Ribeirão Casa Branca e seu afluente .....</b>	<b>169</b>
10.1.7	<b>Rio Veloso.....</b>	<b>171</b>
10.1.8	<b>Rio Manso .....</b>	<b>172</b>
10.1.9	<b>Ribeirão Sarzedo.....</b>	<b>174</b>
10.1.10	<b>Rio Betim e seu afluente.....</b>	<b>178</b>
10.1.11	<b>Ribeirão Serra Azul .....</b>	<b>185</b>
10.1.12	<b>Ribeirão Grande.....</b>	<b>186</b>





Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

10.1.13	Ribeirão dos Macacos.....	188
10.1.14	Ribeirão São João .....	190
10.1.15	Ribeirão do Cedro .....	192
11	AVALIAÇÃO AMBIENTAL.....	196
11.1	. Análise dos Resultados em Desacordo com os Limites Legais 196	
12	AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL - RESPOSTA .....	219
12.1	Contaminação por esgoto sanitário .....	219
12.2	Contaminação por atividades industriais e minerárias .....	223
12.3	Contaminação por mau uso do solo .....	223
13	BIBLIOGRAFIA.....	225

### FIGURAS

<b>Figura 8.1:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA, no estado de Minas Gerais.....	70
<b>Figura 8.2:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos – CT, no estado de Minas Gerais.....	70
<b>Figura 8.3:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA nas UPGRHs SF1, SF4, SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10, no ano de 2008.....	71
<b>Figura 8.4:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Pará – UPGRH SF2, no ano de 2008.....	72
<b>Figura 8.5:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Paraopeba – UPGRH SF3, no ano de 2008.....	73
<b>Figura 8.6:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio das Velhas – UPGRH SF5, no ano de 2008.....	74
<b>Figura 8.7:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Grande – UPGRH's GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8, no ano de 2008.....	75
<b>Figura 8.8:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Doce – UPGRH's DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6, no ano de 2008..	76
<b>Figura 8.9:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Paraíba do Sul – UPGRH PS1 e PS2, no ano de 2008.....	77
<b>Figura 8.10:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Paranaíba – UPGRH's PN1, PN2 e PN3, no ano de 2008.....	78
<b>Figura 8.11:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Jequitinhonha – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.....	79
<b>Figura 8.12:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Mucuri – UPGRH MU1.....	80
<b>Figura 8.13:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Pardo – UPGRH PA1.....	81
<b>Figura 8.14:</b> Freqüência de ocorrência de Contaminação por Tóxicos no estado de Minas Gerais, no ano de 2008.....	82
<b>Figura 8.15:</b> Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no estado de Minas Gerais, no ano de 2008.....	83

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

<b>Figura 8.16:</b> Frequência de ocorrência de Contaminação por Tóxicos nas sub-bacias do rio São Francisco, no ano de 2008.....	84
<b>Figura 8.17:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRHs SF1, SF4, SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10. ....	85
<b>Figura 8.18:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRH SF2. ....	85
<b>Figura 8.19:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRH SF3. ....	86
<b>Figura 8.20:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRH SF5. ....	87
<b>Figura 8.21:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8.....	87
<b>Figura 8.22:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6.....	88
<b>Figura 8.23:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRHs PS1 e PS2.....	89
<b>Figura 8.24:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta no ano de 2008 – UPGRHs PN1, PN2 e PN3. ....	89
<b>Figura 8.25:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta no ano de 2008 – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3. ....	90
<b>Figura 8.26:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta no ano de 2008 – UPGRH MU1. ....	91
<b>Figura 8.27:</b> Frequência da ocorrência de metais fora dos limites estabelecidos na legislação no estado de Minas Gerais, em 2008.....	92
<b>Figura 8.28:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação no estado de Minas Gerais, em 2008.....	93
<b>Figura 8.29:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRHs SF1, SF4, SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.....	95

<b>Figura 8.30:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH SF2. ....	96
<b>Figura 8.31:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH SF3. ....	97
<b>Figura 8.32:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH SF5. ....	98
<b>Figura 8.33:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2007 – UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8. ....	99
<b>Figura 8.34:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6. ....	100
<b>Figura 8.35:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH PS1 e PS2. ....	101
<b>Figura 8.36:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRHs PN1, PN2 e PN3. ....	102
<b>Figura 8.37:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3. ....	103
<b>Figura 8.38:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH MU1. ....	104
<b>Figura 8.39:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH PA1. ....	105
<b>Figura 8.40:</b> Variação dos efeitos de ecotoxicidade crônica na bacia do rio Grande. ....	106
<b>Figura 8.41:</b> Variação dos percentuais de estações da bacia do rio Grande com resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica, no período de monitoramento. ....	107
<b>Figura 8.42:</b> Variação dos efeitos de ecotoxicidade crônica na bacia do rio Paranaíba. ....	110
<b>Figura 8.43:</b> Variação dos percentuais de estações da bacia do rio Paranaíba com resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica, no período de monitoramento. ....	110
<b>Figura 8.44:</b> Variação dos efeitos de ecotoxicidade crônica na bacia do rio São Francisco. ....	113
<b>Figura 8.45:</b> Variação dos percentuais de estações da bacia do rio São Francisco com resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica, no período de monitoramento. ....	113

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

<b>Figura 8.46:</b> Variação dos efeitos de ecotoxicidade crônica na bacia do rio Doce. ..	117
<b>Figura 8.47:</b> Variação dos percentuais de amostras do rio Doce com resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica, no período de monitoramento..	117
<b>Figura 8.48:</b> Distribuição das estações entre as categorias Alta, Média e Baixa ocorrência de ecotoxicidade.....	119
<b>Figura 8.49:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET nas UPGRHs SF1, SF4, SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10, no ano de 2008. ....	121
<b>Figura 8.50:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na sub-bacia do rio Pará – UPGRH SF2, no ano de 2008. ....	122
<b>Figura 8.51:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na UPGRH SF3 no ano de 2008. ....	123
<b>Figura 8.52:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico - IET na bacia do rio das Velhas – UPGRH SF5, no ano de 2008. ....	125
<b>Figura 8.53:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET nas UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8 no ano de 2008. ....	126
<b>Figura 8.54:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico - IET na bacia do rio Doce – UPGRH's DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6, no ano de 2008. ....	128
<b>Figura 8.55:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na UPGRH PS1 e PS2 no ano de 2008. ....	129
<b>Figura 8.56:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico - IET na bacia do rio Paranaíba – UPGRHs PN1, PN2 e PN3, no ano de 2008. ....	131
<b>Figura 8.57:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico - IET na bacia do rio Jequitinhonha – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3, no ano de 2008.....	132
<b>Figura 8.58:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na UPGRH MU1 no ano de 2008. ....	133
<b>Figura 8.59:</b> Freqüência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na UPGRH PA1 no ano de 2008. ....	135
<b>Figura 9.1:</b> Área de exploração de areia e de mineração de ardósia (pilha de rejeitos) às margens do rio Paraopeba. ....	137
<b>Figura 9.2:</b> Siderúrgica localizada em Gagé e área de cultura às margens do rio Paraopeba. ....	138
<b>Figura 9.3:</b> Porcentagem de água superficial utilizada na sub-bacia do rio Paraopeba em 2008, em função da vazão outorgada. ....	142

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

<b>Figura 9.4:</b> Porcentagem de água subterrânea utilizada na sub-bacia do rio Paraopeba em 2008, em função da vazão outorgada.....	143
<b>Figura 10.1:</b> Evolução Temporal da média anual do IQA na sub-bacia do rio Paraopeba.....	151
<b>Figura 10.2:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes ao longo do rio Paraopeba em 2008.....	153
<b>Figura 10.3:</b> Ocorrência de fósforo total ao longo do rio Paraopeba em 2008.....	153
<b>Figura 10.4:</b> Ocorrências de clorofila-a ao longo do rio Paraopeba na localidade de São José em Esmeraldas (BP082), após a foz do ribeirão São João (BP083), a jusante da foz do rio Pardo (BP078) e a montante da foz de Três Marias (BP099), ao longo do período de monitoramento.....	154
<b>Figura 10.5:</b> Ocorrência de turbidez ao longo do rio Paraopeba em 2008.....	155
<b>Figura 10.6:</b> Ocorrência de sólidos em suspensão totais ao longo do rio Paraopeba em 2008.....	155
<b>Figura 10.7:</b> Ocorrência de manganês total ao longo do rio Paraopeba em 2008. ....	156
<b>Figura 10.8:</b> Ocorrência de ferro dissolvido ao longo do rio Paraopeba em 2008. ....	156
<b>Figura 10.9:</b> Ocorrência de cor verdadeira ao longo do rio Paraopeba em 2008.....	157
<b>Figura 10.10:</b> Ocorrência de arsênio total no rio Paraopeba na localidade de Fecho do Funil (BP068) no período de 1998 a 2008.....	158
<b>Figura 10.11:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e a jusante de Congonhas (BP080) no período de monitoramento.....	158
<b>Figura 10.12:</b> Ocorrências de demanda bioquímica de oxigênio no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e próximo à sua foz no rio Paraopeba (BP080) no período de monitoramento.....	159
<b>Figura 10.13:</b> Ocorrência do oxigênio dissolvido no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e próximo à sua foz no rio Paraopeba (BP080) no período de monitoramento.....	159
<b>Figura 10.14:</b> Ocorrência de fósforo total no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e a jusante de Congonhas (BP080) no período de amostragem. ....	160
<b>Figura 10.15:</b> Ocorrências de manganês total, ferro dissolvido e cor verdadeira no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e a jusante de Congonhas (BP080) no período de amostragem.....	161

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

<b>Figura 10.16:</b> Ocorrências de nitrogênio amoniacal total e chumbo total no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e a jusante da cidade de Congonhas (BP080) no período de monitoramento. ....	162
<b>Figura 10.17:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024) no período de amostragem. ....	163
<b>Figura 10.18:</b> Ocorrência de ferro dissolvido e manganês total no rio Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024) no período de amostragem. ....	163
<b>Figura 10.19:</b> Ocorrências de turbidez e sólidos em suspensão totais no rio Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024) no período de amostragem. ....	164
<b>Figura 10.20:</b> Ocorrência de chumbo total no rio Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024) no período de amostragem. ....	164
<b>Figura 10.21:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes e de fósforo total no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) no período de 1997 a 2008. ....	165
<b>Figura 10.22:</b> Ocorrências de turbidez e sólidos em suspensão totais no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) no período de 1997 a 2008. ....	165
<b>Figura 10.23</b> Ocorrências de ferro dissolvido, manganês total e cor verdadeira no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) no período de monitoramento. ....	166
<b>Figura 10.24:</b> Ocorrência de chumbo total no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) no período de 1998 a 2008. ....	167
<b>Figura 10.25:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes e fósforo total no rio Macaúbas a jusante de Bonfim (BP032) no período de amostragem. ....	167
<b>Figura 10.26:</b> Ocorrências de sólidos em suspensão totais e turbidez no rio Macaúbas a jusante de Bonfim (BP032) no período de amostragem. ....	168
<b>Figura 10.27:</b> Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no rio Macaúbas a jusante de Bonfim (BP032) no período de amostragem. ....	168
<b>Figura 10.28:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Casa Branca (BP092) no período de 2003 a 2008. ....	169
<b>Figura 10.29:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Catarina (BP094) no período de 2003 a 2008. ....	170
<b>Figura 10.30:</b> Ocorrência de ferro dissolvido no ribeirão Catarina (BP094) no período de 2003 a 2008. ....	170
<b>Figura 10.31:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes e fósforo total no rio Veloso (BP066) no período de monitoramento. ....	171

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

<b>Figura 10.32:</b> Ocorrências de turbidez e cor verdadeira no rio Veloso (BP066) no período de monitoramento.....	171
<b>Figura 10.33:</b> Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no rio Veloso (BP066) no período de monitoramento.....	172
<b>Figura 10.34:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio Manso em Brumadinho (BP096) no período de 2005 a 2008. ....	173
<b>Figura 10.35:</b> Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no rio Manso em Brumadinho (BP096) no período de monitoramento.....	173
<b>Figura 10.36:</b> Ocorrência de clorofila-a no rio Manso em Brumadinho (BP096) no período de monitoramento.....	174
<b>Figura 10.37:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2005 a 2008. ....	175
<b>Figura 10.38:</b> Ocorrências de fósforo total, DBO e OD no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2008.....	176
<b>Figura 10.39:</b> Ocorrência de óleos e graxas no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2008. ....	176
<b>Figura 10.40:</b> Ocorrência de clorofila-a no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2006 a 2008. ....	177
<b>Figura 10.41:</b> Ocorrências de cor verdadeira, manganês total e ferro dissolvido no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2008.....	178
<b>Figura 10.42:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes no rio Betim próximo à sua foz no rio Paraopeba (BP071) e a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) no período de monitoramento. ....	179
<b>Figura 10.43:</b> Ocorrência de fósforo total no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008.....	179
<b>Figura 10.44:</b> Ocorrências de OD e DBO no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008.....	180
<b>Figura 10.45:</b> Ocorrência de óleos e graxas no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008.....	180
<b>Figura 10.46:</b> Ocorrências de cor verdadeira e condutividade elétrica no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008. ....	181
<b>Figura 10.47:</b> Ocorrências de turbidez e manganês total no rio Betim a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) no período de 2000 a 2008.....	181



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

<b>Figura 10.48:</b> Ocorrências de cianeto total, nitrogênio amoniacal e fenóis totais no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008. ...	182
<b>Figura 10.49:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total, OD e DBO no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) no período de 2007 a 2008.....	183
<b>Figura 10.50:</b> Ocorrência de clorofila a no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) no período de monitoramento. ....	183
<b>Figura 10.51:</b> Ocorrências de manganês total e cor verdadeira no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) no período de 2007 a 2008.....	184
<b>Figura 10.52:</b> Ocorrência de fenóis totais e nitrogênio amoniacal total no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) no período de 2007 a 2008. ....	184
<b>Figura 10.53:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total e OD no ribeirão Serra Azul no município de Juatuba (BP069) no período de 2007 a 2008.	185
<b>Figura 10.54:</b> Ocorrência de DBO e sólidos em suspensão totais no ribeirão Serra Azul no município de Juatuba (BP069) no período de 2007 a 2008. ....	186
<b>Figura 10.55:</b> Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no ribeirão Serra Azul no município de Juatuba (BP069) no período de 2007 a 2008. ....	186
<b>Figura 10.56:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes e fósforo total no ribeirão Grande (BP090) no período de 2000 a 2008. ....	187
<b>Figura 10.57:</b> Ocorrências de ferro dissolvido, manganês total e cor verdadeira no ribeirão Grande (BP090) no período de 2000 a 2008. ....	188
<b>Figura 10.58:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total e turbidez no ribeirão dos Macacos no município de Cachoeira da Prata (BP074) no período de 2007 a 2008.....	189
<b>Figura 10.59:</b> Ocorrência de clorofila a no ribeirão dos Macacos no município de Cachoeira da Prata (BP074) no período de 2007 a 2008. ....	189
<b>Figura 10.60:</b> Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no ribeirão dos Macacos no município de Cachoeira da Prata (BP074) no período de 2007 a 2008.	190
<b>Figura 10.61:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão São João (BP076) no período de 1997 a 2008.....	191
<b>Figura 10.62:</b> Ocorrência de turbidez no ribeirão São João (BP076) no período de 1997 a 2008.....	191
<b>Figura 10.63:</b> Ocorrência de cor verdadeira no ribeirão São João (BP076) no período de 1997 a 2008.....	192

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

<b>Figura 10.64:</b> Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no ribeirão São João (BP076) no período de monitoramento. ....	192
<b>Figura 10.65:</b> Ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total, OD e DBO no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) no período de 2006 a 2008.....	193
<b>Figura 10.66:</b> Ocorrência de clorofila a no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) no período de 2006 a 2008.....	194
<b>Figura 10.67:</b> Ocorrências de manganês total, cor verdadeira e ferro dissolvido no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) no período de 2006 a 2008.....	195

## TABELAS

<b>Tabela 2.1:</b> Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRH), suas respectivas áreas de drenagem, população e número de estações de amostragem. ....	7
<b>Tabela 5.1:</b> Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas. ....	35
<b>Tabela 5.2:</b> Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias. ....	36
<b>Tabela 5.3:</b> Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem. ....	37
<b>Tabela 5.4:</b> Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto "Águas de Minas". ....	58
<b>Tabela 6.1:</b> Classificação dos corpos de água segundo os usos preponderantes. ....	64
<b>Tabela 8.1:</b> Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade crônica realizados entre agosto de 2003 e dezembro de 2008 na bacia do rio Grande: ....	108
<b>Tabela 8.2:</b> Resultados dos testes de ecotoxicidade crônica observados nas estações da bacia do rio Grande monitoradas na 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup> campanhas de 2008. ....	109
<b>Tabela 8.3:</b> Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade crônica realizados entre agosto de 2003 e dezembro de 2008 na bacia do rio Paranaíba. ....	112
<b>Tabela 8.4:</b> Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade crônica realizados entre agosto de 2003 e dezembro de 2008 na bacia do rio São Francisco ....	115
<b>Tabela 8.5:</b> Resultados dos testes de ecotoxicidade crônica observados nas estações da bacia do rio das Velhas monitoradas na 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup> campanhas de 2008. ....	116
<b>Tabela 8.6:</b> Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade crônica realizados entre agosto de 2003 e dezembro de 2008 na bacia do rio Doce. ....	118
<b>Tabela 8.7:</b> Resultados dos testes de ecotoxicidade crônica observados nas estações da bacia do rio Doce monitoradas na 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup> campanhas de 2008. ....	118
<b>Tabela 9.1:</b> Dados gerais da sub-bacia do rio Paraopeba. ....	137
<b>Tabela 9.2:</b> Descrição das estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba. ....	144
<b>Tabela 11.1</b> Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de resultados em desacordo com os limites da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 em toda a sub-bacia do rio Paraopeba, no período de 1997 a 2008. ....	197



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

<b>Tabela 12.1:</b> Evolução da média anual do IQA dos municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que possuem população urbana superior a 30.000 habitantes. ....	221
<b>Tabela 12.2:</b> Avaliação dos parâmetros associados aos esgotos sanitários dos municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que possuem população urbana superior a 30.000 habitantes. ....	222

# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

## 1 INTRODUÇÃO

A água, recurso natural limitado, constitui bem de domínio público, conforme dispõe a Constituição Federal/88 em seus artigos 20 e 21, e as Políticas Nacional e Estadual de recursos hídricos, Leis N° 9.433/97 e N° 13.199/99, respectivamente. Como tal, necessita de instrumentos de gestão a serem aplicados na bacia hidrográfica, unidade territorial fundamental. Tais instrumentos visam assegurar às atuais e futuras gerações, água disponível em qualidade e quantidade adequadas, mediante seu uso racional além de prevenir situações hidrológicas críticas, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

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

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

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

Com o status adquirido pela questão hídrica refletida na promulgação da Lei 9.433/97 e a conseqüente criação de órgãos federais e estaduais dirigidos ao gerenciamento racional das águas, o trabalho de monitoramento foi reforçado pela FEAM, em 1997, desta vez com um monitoramento mais amplo e completo, estendido às oito principais bacias hidrográficas mineiras por meio de convênio com o Ministério do Meio Ambiente - MMA. No final de 1999, o Governo do estado de Minas Gerais, por intermédio do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, também destinou recursos para o Projeto Águas de Minas, passando o IGAM a integrar a coordenação do mesmo. Em 2001, por estar melhor inserido nas competências da Agenda Azul do que nas da Agenda Marrom, a coordenação geral deste Projeto passou para o IGAM, com participação da FEAM principalmente na elaboração do quadro Pressão-Estado-Resposta, que associa as alterações encontradas na qualidade das águas às diferentes fontes de poluição. Desde então, o IGAM tem sido responsável pela coordenação, operação e divulgação dos resultados do Projeto Águas de Minas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

O Projeto Águas de Minas, em execução há doze anos, vem permitindo identificar alterações na qualidade das águas do Estado, refletidas em tendências observadas.

A operação da rede de monitoramento teve início com a seleção de 222 pontos de amostragem aos quais se foram agregando outros, levando a um total de 353 estações amostradas em 2008, com frequência trimestral. Em 2008 foram implantadas 43 novas estações de monitoramento distribuídas nas bacias dos rios das Velhas (2), Grande (9) e Doce (32).

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

- avaliar as condições reais das águas superficiais mineiras por meio de análises in loco e em laboratório de amostras coletadas nas estações de monitoramento;
- verificar as alterações espaciais e temporais na qualidade das águas, tentando ressaltar tendências observáveis;
- correlacionar essas condições com as características de ocupação das diferentes bacias;
- facilitar a identificação e a implementação de estratégias de aperfeiçoamento de instrumentos gerenciais;
- definir bacias ou corpos de água onde o detalhamento da macro-rede mostre-se necessário, mediante redes dirigidas;
- divulgar aos órgãos do judiciário e aos usuários de água o relatório anual de qualidade das águas superficiais;
- disponibilizar via Internet os resultados trimestrais do monitoramento, bem como relatórios e mapas.

Para tanto, foram estabelecidas as análises a serem realizadas nas amostras de água coletadas. Além dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos já usuais são realizados ensaios de toxicidade com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. As amostras coletadas nas campanhas completas (período chuvoso e estiagem) são submetidas à avaliação de cerca de 50 parâmetros e nas campanhas intermediárias, 16 parâmetros, conforme descrito nos procedimentos metodológicos.

Os resultados de alguns parâmetros específicos são utilizados no cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) multiplicativo, desenvolvido pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos. Além do IQA, pela primeira vez no monitoramento do Projeto Águas de Minas, os resultados dos parâmetros fósforo total e clorofila-a são contemplados em um único índice, Índice de Estado Trófico – IET de Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1983 e 1984) e Lamparelli (2004).

Na interpretação dos resultados das substâncias tóxicas, utiliza-se um indicador desenvolvido pela FEAM, a Contaminação por Tóxicos (CT), com base nos limites de classe definidos na Deliberação Normativa Conjunta do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH-MG) N° 1, de 05 de maio de 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Os resultados permitem inferir a qualidade das águas dos corpos de água nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) em Minas Gerais, estabelecidas pela DN Nº 06/02 do CERH, descritas em seu anexo único.

A adoção das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPGRHs, como um dos referenciais de análise deverá, igualmente, permitir a inserção das informações geradas no âmbito do processo de decisão política e administrativa no gerenciamento integrado de recursos hídricos, proporcionando, entre outras informações, um referencial comum entre o Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH.

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

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

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

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

### 1.1 A Deliberação Normativa Conjunta do COPAM/CERH 01/2008 e a qualidade das águas do Estado

Para avaliação da qualidade das águas no estado de Minas Gerais, no âmbito do Projeto Águas de Minas, o Instituto Mineiro de Gestão de Águas utilizava, de 1997 a 2004, os limites estabelecidos na Deliberação Normativa nº10/1986, do Conselho Estadual de Meio Ambiente. No período de 2005 a 2007, foram utilizados os limites de Classe definidos na Resolução CONAMA 357/2005. No entanto, a partir da publicação da Deliberação Normativa Conjunta do COPAM/CERH 01/2008 em 05 de maio de 2008, que é a revisão da DN nº10/86, optou-se por adotar esta legislação estadual mais recente para embasar a avaliação anual da qualidade das águas de Minas Gerais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

A DN COPAM/CERH 01/2008 trouxe modificações pouco significativas em termos de limites de classe para as variáveis de qualidade de água, em relação à Resolução CONAMA 357/05, uma vez que foi elaborada para se adequar às condições dessa Resolução.

A única alteração em termos de variáveis de qualidade de água foi para o parâmetro sólidos em suspensão totais, que não apresentava limite na Resolução CONAMA 357/2005, e passou a apresentar o limite de 100 mg/L na DN Conjunta COPAM/CERH 01/2008.

### 2 UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (UPGRHS)

A preservação e a utilização racional dos recursos hídricos são aspectos importantes para a resolução de problemas agudos relacionados à questão hídrica, visando ao bem estar de todos e à preservação do meio ambiente.

A pressão antrópica devido ao desenvolvimento das atividades econômicas e o adensamento populacional de forma desordenada vêm ocasionando crescentes problemas aos recursos hídricos. Em virtude disso, as instâncias públicas e civis mobilizaram-se para a criação de legislação e políticas específicas, a fim de fundamentar a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos.

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

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

As UPGRHs, que são unidades físico-territoriais, identificadas dentro das bacias hidrográficas do Estado, apresentam uma identidade regional caracterizada por aspectos físicos, sócio-culturais, econômicos e políticos.

Apesar do caráter técnico na concepção dessas unidades, sua definição foi resultado de um consenso entre os vários níveis de decisão relacionados à gestão das águas.

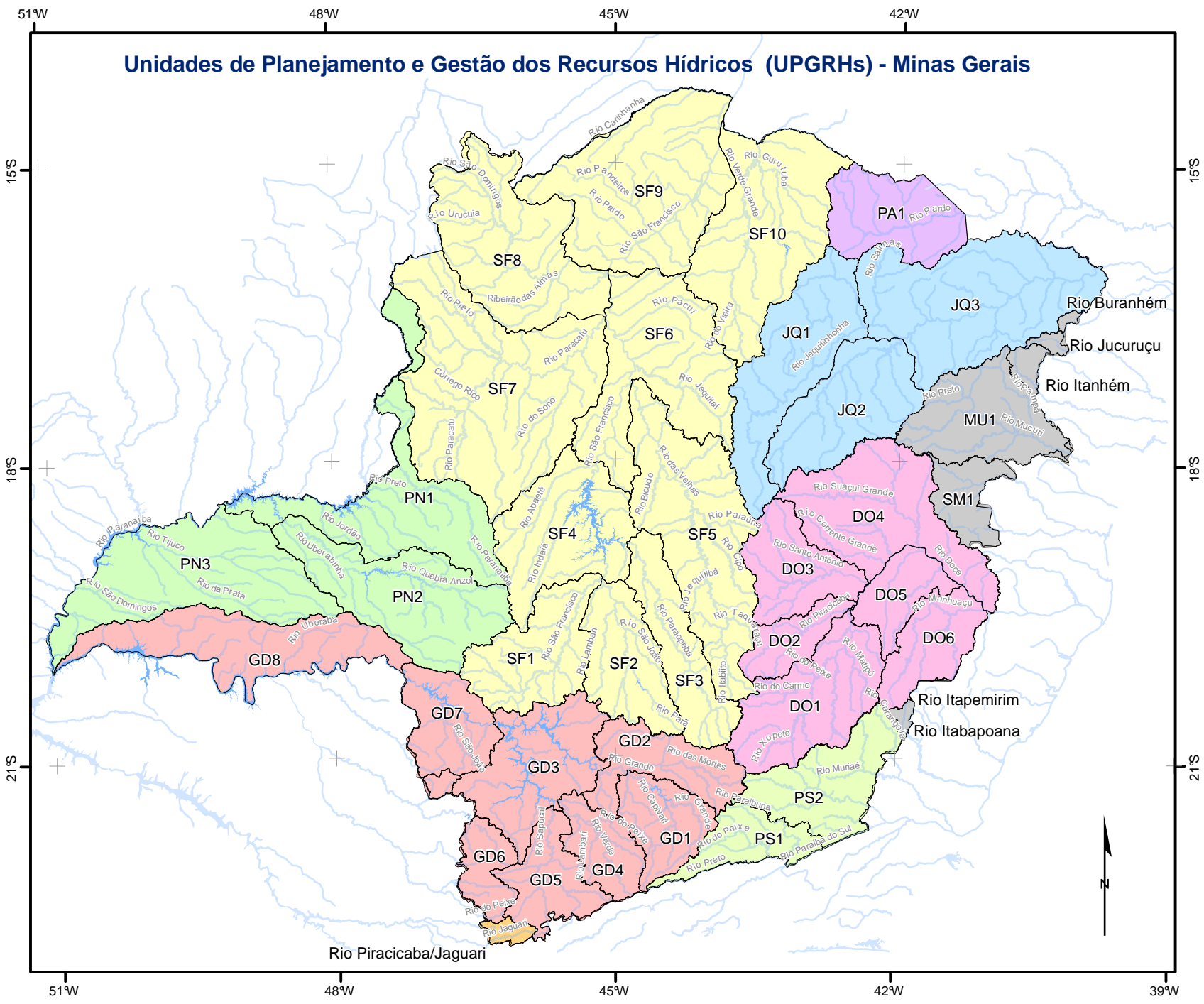




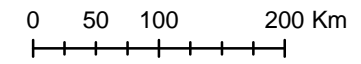
## **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008**

As 36 UPGRHs resultantes desse trabalho, detalhadas na Tabela 2.1 e ilustradas no Mapa 2.1, são adotadas pelo IGAM, pela SEPLAN (Secretaria Estadual de Planejamento e Coordenação Geral) e pela ANA (Agência Nacional das Águas) na gestão dos recursos hídricos em território mineiro.

# Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs) - Minas Gerais



- Principais Rios
- BACIAS FEDERAIS**
- Bacias do Leste
  - Rio Doce
  - Rio Grande
  - Rio Jequitinhonha
  - Paraíba do Sul
  - Paranaíba
  - Rio Pardo
  - Rio Piracicaba/Jaguari
  - Rio São Francisco



Execução:  
Projeto Águas de Minas  
2008

Mapa 2.1: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRHs).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Bacia	UPGRH	nº	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )*	Municípios com sede	População Total	População Urbana	População Rural	Nº estações de amostragem**	Densidade (Est/1000Km <sup>2</sup> )	
Rio São Francisco (SF)	SF1 - Nascentes até confluência Rio Pará		14.155	20	210.369	178.089	32.280	7	0,49	
	SF4 - Entorno Represa Três Marias		18.655	15	156.443	129.263	27.180	17	0,91	
	SF6 - SF jusante Rio Abaeté até jusante do Rio Urucuia		25.045	19	260.597	81.065	179.532	5	0,20	
	SF7 - Bacia Rio Paracatu		41.372	12	256.454	199.856	56.598	8	0,19	
	SF8 - Bacia Rio Urucuia e afluentes esquerdos do SF		25.033	8	79.704	46.754	32.950	11	0,44	
	SF9 - SF jusante confluência Urucuia até a montante do Rio Carinhanha		31.151	17	260.437	133.077	127.360	7	0,22	
	SF10 - Bacia Rio Verde Grande		27.004	24	663.029	487.755	175.274	7	0,26	
	<b>Subtotal São Francisco e Afluentes</b>	<b>7</b>	<b>182.414</b>	<b>115</b>	<b>1.887.033</b>	<b>1.255.859</b>	<b>631.174</b>	<b>62</b>	<b>0,34</b>	
	<b>Pará</b>	SF2 - Bacia do Rio Pará		12.233	27	646.727	560.628	86.099	26	2,13
	<b>Paraopeba</b>	SF3 - Bacia do Rio Paraopeba		12.054	35	930.560	832.627	97.933	30	2,49
	<b>Velhas</b>	SF5 - Bacia Rio das Velhas até foz no SF		27.857	44	4.155.372	4.030.501	124.871	35	1,26
		<b>TOTAL SF</b>	<b>10</b>	<b>234.558</b>	<b>221</b>	<b>7.619.692</b>	<b>6.679.615</b>	<b>940.077</b>	<b>153</b>	<b>0,65</b>
	Rio Paranaíba (PN)	PN1 - Nascentes Rio Paranaíba até jusante Barragem Itumbiara		22.244	18	434.241	363.465	70.776	5	0,22
PN2 - Bacia Rio Araguari			21.500	13	741.486	696.543	44.943	8	0,37	
PN3 - Baixo curso, de Itumbiara até a foz			26.894	13	211.641	176.801	34.840	5	0,19	
<b>TOTAL PN</b>		<b>3</b>	<b>70.638</b>	<b>44</b>	<b>1.387.368</b>	<b>1.236.809</b>	<b>150.559</b>	<b>18</b>	<b>0,25</b>	

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 2.1:** Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRH), suas respectivas áreas de drenagem, população e número de estações de amostragem – IBGE, 2000 – (Continuação).

Bacia	UPGRH	nº	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )*	Municípios com sede	População Total	População Urbana	População Rural	Nº estações de amostragem**	Densidade (Est/1000Km <sup>2</sup> )
Rio Grande (GD)	GD1 - Nascentes Rio Grande até confluência Rio das Mortes		8.758	21	101.855	70.386	31.469	5	0,57
	GD2 - Bacias Rios das Mortes e Jacaré		10.540	30	522.135	443.052	79.083	9	0,85
	GD3 - Entorno Represa de Furnas		16.643	36	698.611	532.458	166.153	4	0,24
	GD4 - Bacia Rio Verde		6.864	23	423.449	352.976	70.473	18	2,62
	GD5 - Bacia Rio Sapucaí		8.826	40	527.545	392.754	134.791	11	1,25
	GD6 - Bacias Rios Pardo e Mogi-Guaçu		5.963	20	378.631	296.219	82.412	7	1,17
	GD7 - Entorno Represa do Peixoto e Ribeirão Sapucaí		9.767	18	291.874	243.193	48.681	5	0,51
	GD8 - Baixo curso Rio Grande jusante Reservatório do Peixoto		18.726	18	455.401	403.180	52.221	6	0,32
	<b>TOTAL GD</b>	<b>8</b>	<b>86.087</b>	<b>206</b>	<b>3.399.501</b>	<b>2.734.218</b>	<b>665.283</b>	<b>65</b>	<b>0,76</b>
Rio Doce (DO)	DO1 - Nascentes Rio Piranga até confluência Rio Piracicaba		17.562	62	686.263	424.965	261.298	15	0,85
	DO2 - Bacia Rio Piracicaba		5.686	17	687.851	637.850	50.001	13	2,29
	DO3 - Bacia Rio Santo Antônio e margem esquerda Rio Doce entre Piracicaba e Sto.		10.774	23	187.976	107.089	80.887	7	0,65
	DO4 - Bacia Rio Suaçuí-Grande		21.544	41	577.329	410.207	167.122	13	0,60
	DO5 - Bacias Rio Caratinga		6.708	25	285.450	192.293	93.157	8	1,19
	DO6 - Bacia do Rio Manhuaçu		8.977	23	301.710	181.236	120.474	8	0,89
		<b>TOTAL DO</b>	<b>6</b>	<b>71.251</b>	<b>191</b>	<b>2.726.579</b>	<b>1.953.640</b>	<b>772.939</b>	<b>64</b>

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 2.1:** Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRH), suas respectivas áreas de drenagem, população e número de estações de amostragem – IBGE, 2000 – (Continuação).

Bacia	UPGRH	nº	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )*	Municípios com sede	População Total	População Urbana	População Rural	Nº estações de amostragem**	Densidade (Est/1000Km <sup>2</sup> )
Rio Jequitinhonha (JQ)	JQ1 - Nascentes até montante Rio Salinas		19.855	10	100.006	61.705	38.301	4	0,20
	JQ2 - Bacia Rio Araçuaí		16.280	21	290.325	124.716	165.609	3	0,18
	JQ3 - Rio Jequitinhonha do Rio Salinas até divisa do Estado		29.617	29	392.539	250.957	141.582	6	0,20
	<b>TOTAL JQ</b>	<b>3</b>	<b>65.751</b>	<b>60</b>	<b>782.870</b>	<b>437.378</b>	<b>345.492</b>	<b>13</b>	<b>0,20</b>
Rio Paraíba do Sul (PS)	PS1 - Bacia do Rio Paraibuna		7.199	22	561.952	528.636	33.316	13	1,81
	PS2 - Bacias Rios Pomba e Muriaé		13.519	58	776.608	618.943	157.665	16	1,18
	<b>TOTAL PS</b>	<b>2</b>	<b>20.718</b>	<b>80</b>	<b>1.338.560</b>	<b>1.147.579</b>	<b>190.981</b>	<b>29</b>	<b>1,40</b>
Rio Pardo (PA)	<b>Toda a Bacia em MG</b>	<b>1</b>	<b>12.729</b>	<b>11</b>	<b>109.349</b>	<b>45.847</b>	<b>63.502</b>	<b>3</b>	<b>0,24</b>
Rio Mucuri (MU)	<b>Toda a Bacia em MG</b>	<b>1</b>	<b>14.569</b>	<b>12</b>	<b>288.663</b>	<b>198.634</b>	<b>90.029</b>	<b>8</b>	<b>0,55</b>
Rio Piracicaba/Jaguari	<b>Toda a Bacia em MG</b>	<b>1</b>	<b>1.159</b>	<b>4</b>	<b>52.339</b>	<b>32.897</b>	<b>19.442</b>	-	-
Bacias do Leste	Bacia Rio Buranhém em MG		324	1	12.144	6.104	6.040	-	-
	Bacia Rio Jucuruçu em MG		715	2	8.886	4.470	4.416	-	-
	Bacia Rio Itanhém em MG		1.511	4	19.978	12.700	7.278	-	-
	Bacia Rio Peruípe em MG		50	-	8.182	6.498	1684	-	-
	Bacia Rio Itaúnas em MG		129	-	0	0	0	-	-
	Bacia Rio Itapemirim em MG		32	-	0	0	0	-	-
	Bacia Rio Itabapoana em MG		666	4	34.568	18.147	16.421	-	-
	Bacia Rio São Mateus em MG	1	5.641	13	102.815	58.825	43.990	-	-
	<b>TOTAL Bacias Leste</b>	<b>1</b>	<b>9.067</b>	<b>24</b>	<b>186.573</b>	<b>106.744</b>	<b>79.829</b>	-	-
No Estado	<b>TOTAL de UPGRHs Amostradas</b>	<b>34</b>	<b>576.301</b>	<b>825</b>	<b>17.652.582</b>	<b>14.433.720</b>	<b>3.055.581</b>	<b>353</b>	<b>0,61</b>
	<b>TOTAL de UPGRHs</b>	<b>36</b>	<b>586.528</b>	<b>853</b>	<b>17.891.494</b>	<b>14.573.361</b>	<b>3.318.133</b>		

\* As áreas de drenagem foram calculadas a partir da base de dados de UPGRHs (IGAM, 2008) no software ARCGIS na projeção cartográfica *Albers Equal Area Conic - South America Datum 1969 (SAD -69)*.

\*\* Há 3 estações de monitoramento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul localizadas no estado do Rio de Janeiro e 1 estação da bacia hidrográfica do rio Pardo situada no estado da Bahia.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 3 PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

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

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

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

A poluição agrossilvipastoril é decorrente das atividades ligadas à 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 à salinização, decomposição de vegetais e animais mortos que são carregados pelo escoamento superficial, enquanto que a acidental é proveniente de derramamentos acidentais de materiais na linha de produção ou transporte.

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Parâmetros Físicos:** temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, cor verdadeira e turbidez.

**Parâmetros Químicos:** alcalinidade total, alcalinidade de bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio, dureza total, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), demanda química de oxigênio (DQO), série de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, substâncias tensoativas, óleos e graxas, cianeto livre, fenóis totais, cloreto, potássio, sódio, sulfato total, sulfetos, magnésio, ferro dissolvido, manganês total, alumínio total, alumínio dissolvido, zinco total, bário total, cádmio total, boro total, arsênio total, níquel total, chumbo total, cobre total, cobre dissolvido, cromo (III), cromo (VI), cromo total, selênio total e mercúrio total.

**Parâmetros microbiológicos:** coliformes termotolerantes, coliformes totais e estreptococos totais.

**Parâmetro hidrobiológico:** clorofila-a.

**Ensaio Ecotoxicológico:** ensaios de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, inseridos no projeto a partir da terceira campanha de 2003, visando aprimorar as informações referentes à toxicidade causada pelos lançamentos de substâncias tóxicas nos corpos de água.

### 3.1 Significado Ambiental dos Parâmetros

#### 3.1.1 Parâmetros Físicos

##### *Condutividade Elétrica*

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

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

##### *Cor verdadeira*

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessar uma coluna de água, devido à presença de sólidos dissolvidos (principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

### *Sólidos Totais*

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos de 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. A partir dos sólidos filtrados, pode ser determinado o resíduo calcinado (em % de matéria seca), que é considerado uma medida da parcela da matéria mineral. O restante indica, como matéria volátil, a parcela de sólidos orgânicos.

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

### *Temperatura*

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

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



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### *Turbidez*

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. A turbidez tem como origem natural a presença de matéria em suspensão como partículas de rocha, argila, silte, algas e microrganismos; como fontes antropogênicas destacam-se os despejos domésticos, industriais e a erosão.

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

### **3.1.2 Parâmetros Químicos**

#### *Alcalinidade Total*

É a quantidade dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato presentes na água, que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. As origens naturais da alcalinidade na água são a dissolução de rochas, as reações do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera e a decomposição da matéria orgânica. Além desses, os despejos industriais são responsáveis pela alcalinidade nos corpos de 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.

#### *Cianeto livre (CN<sup>-</sup>)*

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

Estas substâncias têm um efeito muito tóxico sobre microorganismos e 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.

Na legislação estadual é estabelecido limite para cianeto livre, enquanto que para o presente relatório são avaliados resultados de cianeto total, uma vez que a metodologia para determinação de cianeto livre está em fase de desenvolvimento pelo laboratório contratado para a realização das análises.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### *Cloretos*

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

### *Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)*

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

Os maiores aumentos em termos de DBO em um corpo de 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 produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, poder obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

### *Demanda Química de Oxigênio (DQO)*

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

### *Dureza*

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

### *Fenóis Totais*

Os fenóis são compostos orgânicos oriundos, nos corpos de água, principalmente dos despejos industriais. São compostos tóxicos aos organismos aquáticos em

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

concentrações bastante baixas e afetam o sabor dos peixes e a aceitabilidade das águas. Para os organismos vivos, os compostos fenólicos são tóxicos protoplasmáticos, apresentando a propriedade de combinar-se com as proteínas teciduais. O contato com a pele provoca lesões irritativas e após ingestão podem ocorrer lesões cáusticas na boca, faringe, esôfago e estômago, manifestadas por dores intensas, náuseas, vômitos e diarreias, podendo ser fatal. Após absorção, tem ação lesiva sobre o sistema nervoso podendo ocasionar cefaléia, paralisias, tremores, convulsões e coma.

### *Fósforo Total*

O fósforo é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. O aporte antropogênico é oriundo dos despejos domésticos e industriais, além de detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A presença de fósforo nos corpos de água desencadeia o desenvolvimento de algas ou de plantas aquáticas indesejáveis, principalmente em reservatórios ou corpos de água parada, podendo conduzir ao processo de eutrofização.

### *Série de Nitrogênio (amônia, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico)*

O nitrogênio pode ser encontrado na água nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito. A forma do nitrogênio predominante é um indicativo do período da poluição dos corpos hídricos. Resultados de análise da água com alteração de nitrogênio nas formas predominantemente reduzidas (nitrogênio orgânico e amoniacal) indicam que a fonte de poluição encontra-se próxima, ou seja, caracteriza-se por uma poluição recente, enquanto que a prevalência da forma oxidada (nitrato e nitrito) sugere que a fonte de contaminação esteja distante do ponto de coleta, sendo a poluição, portanto, remota. Nas zonas de autodepuração natural dos rios, observa-se a presença de nitrogênio orgânico na zona de degradação, nitrogênio amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

A disponibilização do nitrogênio para o meio ambiente pode ocorrer de forma natural através de constituintes de proteínas, clorofila e compostos biológicos. As fontes antrópicas estão associadas aos despejos doméstico e industrial, excrementos de animais e fertilizantes.

O nitrogênio é um elemento de destaque para a produtividade da água, pois contribui para o desenvolvimento do fito e zooplâncton. Como nutriente é exigido em grande quantidade pelas células vivas, mas o seu excesso em um corpo de água provoca o enriquecimento do meio e, conseqüentemente, o crescimento exagerado dos organismos, favorecendo a eutrofização.

### *Nitrogênio Orgânico*

Está presente na água em forma de suspensão e é oriundo principalmente de fontes biogênicas (bactérias, plâncton, húmus, proteínas e intermediários de processos de

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

decomposição). O nitrogênio orgânico não apresenta efeitos tóxicos, todavia podem surgir preocupações de ordem higiênica.

### *Nitrogênio Amoniacal Total (amônia)*

É uma substância tóxica não persistente e não cumulativa. Em baixas concentrações, como é comumente encontrada, não causa nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais. Por outro lado, grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes.

Como fontes de contribuição de nitrogênio amoniacal, destacam-se o lançamento de efluentes domésticos (sanitários) e industriais químicos, petroquímicos, siderúrgicos, farmacêuticos, alimentícios, matadouros, frigoríficos e curtumes.

### *Nitrato*

É a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Concentrações de nitrato superiores a 10 mg/L, conforme determinado pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, demonstram condições sanitárias inadequadas, pois as principais fontes de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais.

Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, podem conduzir a um crescimento exagerado, processo denominado de eutrofização. Em grandes quantidades, o nitrato contribui como causa da metaemoglobinemia (síndrome do bebê azul).

### *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. A indústria também disponibiliza o nitrito através das unidades de decapagem e da têmpera.

### *Oxigênio Dissolvido (OD)*

Essencial à manutenção dos seres aquáticos aeróbios, a concentração de oxigênio dissolvido na água varia segundo a temperatura e a altitude, sendo a sua introdução condicionada pelo ar atmosférico, a fotossíntese e a ação dos aeradores.

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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 de água natural em manter a vida aquática.

### *Óleos e Graxas*

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. A presença de dragas para retirada de areia também pode contribuir para o aumento desse parâmetro nos corpos de água, por meio de vazamentos ou falta de medidas preventivas afim que não haja lançamentos de resíduos nos leitos dos rios. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos de água. Dentre estes despejos, destacam-se os de refinarias, frigoríficos e indústrias de sabão.

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

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

Em processos de decomposição, a presença dessas substâncias reduz o oxigênio dissolvido elevando a DBO e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático.

Na legislação brasileira não existem valores limites estabelecidos para esse parâmetro. A recomendação, segundo a Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/2008, é que óleos e graxas sejam virtualmente ausentes nas Classes 1, 2 e 3, enquanto iridescências são toleradas para a Classe 4.

### *Potencial Hidrogeniônico (pH)*

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução aquosa. Sua origem natural está associada à dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e à fotossíntese, enquanto sua origem antropogênica está relacionada aos despejos domésticos e industriais. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água afetam as taxas de crescimento de microorganismos e podem resultar no desaparecimento dos organismos presentes na mesma. Os valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição de água, ocorrendo, assim, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio além de dificultar a descontaminação das águas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### *Sulfatos*

Os sulfatos são sais que variam de moderadamente a muito solúveis em água, exceto sulfatos de estrôncio e de bário. A presença de sulfato nas águas está relacionada à oxidação de sulfetos nas rochas e à lixiviação de compostos sulfatados como gipsita e anidrita. Nas águas superficiais, ocorre através das descargas de esgotos domésticos (exemplo: degradação de proteínas) e efluentes industriais (exemplos: efluentes de indústrias de celulose e papel, química, farmacêutica, etc.). Têm interesse sanitário para águas de abastecimento público por sua ação laxativa, como sulfato de magnésio e o sulfato de sódio.

### *Sulfetos*

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

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

### *Substâncias tensoativas*

As substâncias tensoativas reduzem a tensão superficial da água, pois possuem em sua molécula uma parte solúvel e outra não solúvel na água. A constituição dos detergentes sintéticos tem como princípio ativo o denominado “surfactante” e algumas substâncias denominadas de coadjuvantes, como o fosfato. O principal inconveniente dos detergentes na água se relaciona aos fatores estéticos, devido à formação de espumas em ambientes aeróbios.

### *Alumínio (Al)*

O alumínio é o principal constituinte de um grande número de componentes atmosféricos, particularmente de poeira derivada de solos e partículas originadas da combustão de carvão. Na água, o alumínio é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e pela 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 de água.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

### *Arsênio (As)*

O arsênio é um elemento químico com propriedades químicas dos metais e físicas dos não metais, sendo assim denominado metalóide. Encontra-se amplamente distribuído em todos os ambientes terrestres e sua toxicidade depende, dentre outros fatores, da forma química e da concentração. As formas químicas incluem espécies inorgânicas (formas mais tóxicas) e orgânicas.

Sessenta por cento das emissões antropogênicas de As podem ser consideradas decorrentes de fontes como a fundição de cobre e combustão de carvão. Outras fontes incluem a aplicação de herbicidas, a fundição de Pb (chumbo) e Zn (zinco), rejeitos de mineração, dentre outras. Dentre as contribuições de origem natural de arsênio destacam-se as erupções vulcânicas e a lixiviação de rochas que possuem o arsênio em sua constituição.

A contaminação por arsênio tem recebido enorme atenção devido ao grande potencial de causar doenças ao homem, sendo a principal forma de contaminação através da ingestão de água contaminada por esse elemento. Compostos de arsênio inorgânico são absorvidos muito rapidamente pelos pulmões e intestinos, enquanto que a absorção através da pele é comparativamente lenta.

### *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.

### *Boro (B)*

O boro é muito reativo, o que dificultada a sua ocorrência no estado livre, entretanto, pode ser encontrado combinado a diversos minerais. O boro, na sua forma combinada como bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) é utilizado desde tempos imemoriais. 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.

Em sua forma elementar, é duro e quebradiço como o vidro, tendo aplicações semelhantes a este. Pode ser adicionado a metais puros, ligas ou outros sólidos, para aumentar a sua resistência plástica, crescendo, assim, a rigidez do material.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Quando acumulado no corpo através da absorção, ingestão ou inalação dos seus compostos, o boro atua sobre o sistema nervoso central, causando hipotensão, vômitos, diarreia e, em casos extremos, coma. Pequenas quantidades de boro parecem ser indispensáveis para o crescimento das plantas, porém, em grandes quantidades, este elemento torna-se tóxico.

### *Cádmio (Cd)*

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

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

### *Chumbo (Pb)*

Em sistemas aquáticos, o comportamento dos compostos de chumbo é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. Teores 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, inibem a nitrificação na água, afetando a ciclagem do nitrogênio.

A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes de chumbo, além da sua utilização como aditivo anti-impacto na gasolina. Este metal é uma substância tóxica cumulativa e uma intoxicação crônica 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 sistema nervoso central é afetado, são tonturas, irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, entre outros. Quando o efeito ocorre no sistema periférico, o sintoma é a deficiência dos músculos extensores. A toxicidade do chumbo, quando aguda, é caracterizada por sede intensa, sabor metálico, inflamação gastrointestinal, vômitos e diarreias.

### *Cobre (Cu)*

A disponibilização de cobre para o meio ambiente ocorre através da 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 devido a usos agrícolas do cobre como fungicida



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

e pesticida no tratamento de solos e efluentes, além de precipitação atmosférica de fontes industriais.

As principais fontes industriais são as minerações, fundições, refinarias de petróleo e têxteis. No homem, a ingestão de doses excessivamente altas pode acarretar irritação e corrosão de mucosas, danos capilares generalizados, problemas hepáticos e renais, além de irritação do sistema nervoso central seguido de depressão.

### *Cromo (Cr)*

O cromo está presente nas águas nas formas tri (III) e hexavalente (VI). Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Já na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno. Atualmente, os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo total. 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 teores 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, assim como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel e fotografia.

### *Ferro (Fe)*

O ferro aparece, normalmente, da dissolução de compostos do solo e dos despejos industriais. Em épocas de alta precipitação, o nível de ferro na água aumenta em decorrência dos processos de erosão nas margens dos corpos de água. Nas indústrias metalúrgicas, o ferro é disponibilizado através da decapagem, que consiste na remoção da camada oxidada das peças antes de seu uso. Em quantidade adequada, este metal é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo contudo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis à água, além de elevar a dureza, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial.

### *Magnésio (Mg)*

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

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

Entre outras aplicações dos seus compostos, salienta-se a utilização do óxido de magnésio na fabricação de materiais refratários e nas indústrias de borracha,

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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. Os sulfatos (sais de Epsom) são usados como laxantes, fertilizantes para solos empobrecidos em magnésio e ainda nas indústrias têxteis e papelreira; o cloreto é usado na obtenção do metal, na indústria têxtil e na fabricação de colas e cimentos especiais.

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

### *Manganês (Mn)*

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

### *Mercúrio (Hg)*

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

O mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de uma concentração de apenas 18µg/L. Este elemento 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 acúmulo de mercúrio nos tecidos do peixe é uma das principais vias de entrada de mercúrio no corpo humano, já que o mercúrio mostra-se mais tóxico na forma de compostos organometálicos. A intoxicação aguda por este metal pesado, 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.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### *Níquel (Ni)*

O níquel é o 24º metal em abundância no meio ambiente, tendo sua ocorrência distribuída em vários minerais, em diferentes formas. Ele está presente na superfície, associado ao enxofre, ácido silícico, arsênio ou antimônio. A maior contribuição de níquel para o meio ambiente, através da atividade humana, é a queima de combustíveis fósseis. Além disso, as principais fontes são as atividades de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição e as fontes secundárias, como a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis e afetar nervos cardíacos e respiratórios. O níquel acumula-se no sedimento, em musgos e plantas aquáticas superiores.

### *Potássio (K)*

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

### *Selênio (Se)*

É um elemento raro que tem a particularidade de possuir um odor pronunciado bastante desagradável. Ocorre na natureza juntamente com o enxofre ou sob a forma de selenetos em certos minerais.

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

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

O selênio elementar é relativamente pouco tóxico. No entanto, alguns dos seus compostos são extremamente perigosos. A exposição aos vapores que contenham selênio pode provocar irritações dos olhos, nariz e garganta. A inalação desses vapores pode ser muito perigosa devido à sua elevada toxicidade.

### *Sódio (Na)*

O sódio é um dos elementos mais abundantes na superfície terrestre e seus sais são altamente solúveis em água sendo, portanto, identificado em todas as águas naturais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

É disponibilizado para a natureza através da decomposição de plantas e animais ou pode provir, principalmente, de esgotos, fertilizantes, indústrias de papel e celulose. É comumente medido onde a água é utilizada para beber ou para agricultura, particularmente na irrigação.

### *Zinco (Zn)*

O zinco é oriundo de processos naturais e antropogênicos, dentre os quais se destacam a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, siderurgias, cimento, concreto, cal e gesso, indústrias têxteis, termoelétricas e produção de vapor. Alguns compostos orgânicos de zinco são aplicados como pesticidas. Quando disponível no ambiente aquático, acumula-se nos sedimentos. Na forma residual não é acessível para os organismos, entretanto, pode ser remobilizado do sedimento através de formadores de complexos. Por ser um elemento essencial para o ser humano, o zinco só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, podendo causar perturbações do trato gastrointestinal, irritações na pele, olhos e mucosas, deterioração dentária e câncer nos testículos.

### **3.1.3 Parâmetros Microbiológicos**

#### *Coliformes Totais*

Conforme Portaria nº 518/2004, o grupo de coliformes totais é definido como bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácidos, gás e aldeídos a 35,0 ± 0,5°C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β-galactosidase. O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como em fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente.

#### *Coliformes Termotolerantes*

Segundo a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, os coliformes termotolerantes são um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2°C em 24 horas.

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### *Streptococos Fecais*

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

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

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

### **3.1.4 Parâmetro Hidrobiológico**

Como espécies representativas do nível trófico inferior, as algas são organismos ecologicamente importantes, porque servem como fonte de alimento fundamental para outras espécies aquáticas e ocupam, assim, uma posição única entre os produtores primários: são um elo importante na cadeia alimentar e essenciais à “economia” dos ambientes aquáticos como alimento. As algas são diretamente afetadas por efluentes domésticos, industriais e agrossilvopastoris.

Em casos de nutrientes em excesso, ocorre um rápido crescimento e multiplicação e, nestas condições, pode haver um deslocamento da população, dominação por uma(s) espécie(s) e/ou floração de algas, condições estas que indicam deterioração na qualidade da água.

### *Clorofila-a*

As algas pertencentes ao reino protista e apresentam pigmentos – clorofilas, carotenos e xantofilas – organizados em organelas denominadas cloroplastos, que permitem a fotossíntese. A determinação quantitativa destes pigmentos fotossintetizantes em ambientes aquáticos tem grande importância na indicação do estado fisiológico da comunidade fitoplanctônica, bem como no estudo da produtividade primária de um

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

ambiente. Esta determinação propicia a visualização do grau de eutrofização, constituindo uma estimativa da biomassa algal.

### 4 INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

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

O Projeto “Águas de Minas” adota o IQA – Índice de Qualidade das Águas, a CT – Contaminação por Tóxicos, os Ensaios de Ecotoxicidade e, a partir de 2008, o IET – Índice de Estado Trófico, como indicadores para refletir a situação ambiental dos corpos hídricos nas UGRHs de Minas Gerais de maneira acessível aos não técnicos.

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

Como uma forma de minimizar a parcialidade do IQA, foram adotados em Minas Gerais a CT – Contaminação por Tóxicos, os Testes Ecotoxicológicos e o IET – Índice de Estado Trófico, de maneira a complementar as informações do IQA, conferindo importância a outros fatores que afetam os usos diversos da água. Os valores limites em relação aos treze (13) parâmetros contaminantes de origem industrial, minerária e difusa utilizados no cálculo da CT são os definidos na Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/08.

#### 4.1 Índice de Qualidade das Águas - IQA

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Parâmetro	Peso - $w_i$
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L $\text{NO}_3^-$ )	0,10
Fosfato total (mg/L $\text{PO}_4^-$ )	0,10
Variação na temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

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

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

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

Onde:

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

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

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

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

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

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 4.2 Contaminação por Tóxicos - CT

Em função das concentrações observadas dos parâmetros tóxicos: Arsênio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto total, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Mercúrio total, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio amoniacal total e Zinco total, a Contaminação por Tóxicos é caracterizada como Baixa, Média ou Alta. Comparam-se os valores analisados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/2008. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedam em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%, enquanto a contaminação Alta refere-se às concentrações que excedam em mais de 100% os limites, como mostrado na Tabela abaixo. A pior situação identificada no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do período em consideração. Portanto, se apenas um dos parâmetros tóxicos em uma dada estação de amostragem mostrar-se com valor acima de 100%, isto é, o dobro da sua concentração limite apontada na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/2008, em pelo menos uma das campanhas do ano, a Contaminação por Tóxicos da água naquela estação de amostragem será considerada Alta no ano em análise.

Para avaliação da qualidade das águas no estado de Minas Gerais, no âmbito do Projeto Águas de Minas, o IGAM utilizava até o ano de 2004 os limites estabelecidos na Deliberação Normativa 10/86, para o cálculo da CT. Essa DN apresenta algumas diferenças em relação a atual legislação quanto a alguns parâmetros analisados, podendo-se citar:

- A amônia não ionizável (Classes 1 e 2) e nitrogênio amoniacal (Classe 3) anteriormente assim divididos pela legislação, atualmente são apresentados com limite para nitrogênio amoniacal total para as classes 1, 2 e 3 de enquadramento;
- O metal cobre, anteriormente analisado na sua forma total, passou a ser considerado na forma dissolvida, enquanto o cromo passou a ser avaliado em sua totalidade e não mais nas formas tri e hexavalente.

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 Conjunta COPAM/CERH 01/2008

A partir dos resultados do IQA e da CT de cada estação de amostragem, foi produzido o mapa "Qualidade das Águas Superficiais em 2008 no Estado de Minas Gerais". A condição de qualidade é apresentada com a cor do valor resultante da média aritmética anual dos valores de IQA das quatro campanhas de amostragem, no trecho de corpo de água situado a montante da estação em referência. A Contaminação por



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Tóxicos baseia-se no conjunto total de resultados avaliados para cada estação de amostragem, sendo representada no próprio ponto com a cor representativa da pior condição observada na estação no ano em referência. O mapa foi gerado a partir de bases cartográficas em escalas 1:100.000 e 1:50.000, digitalizadas no contexto do projeto GeoMINAS e cartas topográficas do IBGE utilizando-se o software ArcView.

Segundo a metodologia do cálculo do IQA utilizada, a falta de resultados dos parâmetros coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido inviabiliza a utilização dos resultados do cálculo desse índice, em vista das correspondentes distorções, já que esses parâmetros possuem os maiores pesos no cálculo do IQA. Em 2008, ocorreram perdas de informações referentes ao parâmetro coliformes termotolerantes para algumas estações de amostragem da rede básica operada pelo IGAM, impossibilitando, desse modo, o cálculo do índice para a campanha na qual ocorreu a perda desses dados.

Conseqüentemente, a média anual do IQA para essas estações também não foi calculada, uma vez que esse resultado é obtido pela média aritmética do Índice de Qualidade das Águas trimestral. Por tais razões, são apresentados os mapas trimestrais com os resultados de qualidade, além do mapa anual, como de costume.

### 4.3 Ensaio Ecotoxicológicos

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

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. Estes testes são ferramentas importantes para a melhor compreensão dos impactos das atividades econômicas sobre um dado corpo de água. Assim, podem ser utilizados como base para ações que visem a redução da toxicidade do despejo líquido, de seu efeito sobre o corpo receptor e, em última instância, a promoção da melhoria da qualidade ambiental.

No ensaio de ecotoxicidade crônica, o organismo aquático utilizado é o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. São utilizadas as denominações Efeito Agudo, Efeito Crônico e Não Tóxico, para descrever os eventuais 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 48 horas), sendo o efeito morte o mais observado, pode-se também observar letargia nas espécies amostradas. O Efeito Crônico caracteriza-se pela resposta a um estímulo que continua por longos períodos (1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo) de exposição do organismo ao poluente, que pode ser expressa através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas, reprodução, etc.

Quando da ocorrência de eventos caracterizando qualquer efeito tóxico (Agudo ou Crônico) nas amostras de água coletadas, pode-se considerar que os respectivos

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

corpos de água que estão sendo avaliados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática.

A avaliação dos dados é feita considerando a porcentagem de resultados positivos dos ensaios de ecotoxicidade realizados com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, a ocorrência de toxidez da água na estação de amostragem analisada foi classificada como Baixa, Média ou Alta. A atribuição de Baixa ocorrência de toxicidade foi dada àquela estação que apresentou efeitos tóxicos em até 25% das análises, enquanto as denominações Média e Alta correspondem à ocorrência de resultados positivos em 25-50% e 51-100% dos testes, respectivamente.

### 4.4 IET

A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades. Como decorrência deste processo, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico (Esteves, 1998).

O Índice de Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo do fitoplâncton. Os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A parte correspondente à clorofila-a, IET(CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento do fitoplâncton devido ao enriquecimento de nutrientes (CETESB, 2008).

Segundo Lamparelli (2004), inicialmente foi utilizado no Brasil o IET de Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1983 e 1984). Entretanto esse índice não se mostrou eficiente para a classificação de ambientes lóticos, sendo necessário uma nova adaptação. Através de correlações estatísticas entre as variáveis selecionadas, chegou-se a diferentes equações para se avaliar os resultados do fósforo total e da clorofila-a nos ambientes lênticos e lóticos.

O crescente aumento dos níveis de clorofila-a e nutrientes, especialmente de fósforo total, nos corpos de água monitorados no Estado detectados através do Projeto Águas de Minas, tem alertado para o desenvolvimento de estudos que contribuam para um melhor entendimento da relação causa-efeito entre os processos produtivos e seu impacto ambiental em ecossistemas aquáticos. Portanto, a partir do ano de 2008, o Projeto Águas de Minas passou a utilizar o IET de Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1983 e 1984) e Lamparelli (2004) para contribuir na avaliação da qualidade das águas, uma vez que esse índice une pontos essenciais como a concentração de fósforo e a clorofila-a.

A transparência foi desconsiderada do cálculo no Projeto Águas de Minas, assim como na CETESB. Segundo CETESB (2008), para o cálculo do Índice do Estado Trófico, foram aplicadas apenas a clorofila-a e o fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, além de muitas vezes não se dispor desses dados.

### Rios

$$IET(CL) = 10 \{ 6 - [ (-0,7 - 0,6 (\ln(CL)) / \ln 2 ) ] \} - 20,$$

$$IET(P) = 10 \{ 6 - [ (0,42 - 0,36 (\ln(P)) / \ln 2 ) ] \} - 20,$$

onde, P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg/L, CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água, em µg/L e ln = logaritmo natural.

### Reservatórios

$$IET(CL) = 10 \{ 6 - [ (0,92 - 0,34 (\ln(CL)) / \ln 2 ) ] \}$$

$$IET(P) = 10 \{ 6 - [ (1,77 - 0,42 (\ln(P)) / \ln 2 ) ] \}$$

onde, P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg/L, CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água, em µg/L e ln = logaritmo natural.

O resultado apresentado nas tabelas de IET será a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila-a, segundo a equação:

$$IET = [IET ( P ) + IET ( CL )] / 2,$$

onde, o IET representa a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila-a.

Como o processo de eutrofização envolve dois momentos distintos, causa e consequência, foi adotado no Projeto Águas de Minas a utilização do índice apenas quando os dois valores de IET, fósforo e clorofila-a, estiverem presentes.

### Classificação

Para a classificação deste índice serão adotados os seguintes estados de trofia: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico (Lamparelli, 2004), cujos limites e características estão descritos nas Tabelas a seguir:

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### Classificação do Estado Trófico – Rios

Categoria Estado Trófico	Ponderação	P-Total - P(µg/L)	Clorofila-a (µg/L)
<b>Ultraoligotrófico</b>	$IET \leq 47$	$P \leq 13$	$CL \leq 0,74$
<b>Oligotrófico</b>	$47 < IET \leq 52$	$13 < P \leq 35$	$0,74 < CL \leq 1,31$
<b>Mesotrófico</b>	$52 < IET \leq 59$	$35 < P \leq 137$	$1,31 < CL \leq 2,96$
<b>Eutrófico</b>	$59 < IET \leq 63$	$137 < P \leq 296$	$2,96 < CL \leq 4,70$
<b>Supereutrófico</b>	$63 < IET \leq 67$	$296 < P \leq 640$	$4,70 < CL \leq 7,46$
<b>Hipereutrófico</b>	$IET > 67$	$P > 640$	$CL > 7,46$

### Classificação do Estado Trófico – Reservatórios

Categoria Estado Trófico	Ponderação	P-Total - P(µg/L)	Clorofila-a (µg/L)
<b>Ultraoligotrófico</b>	$IET \leq 47$	$P \leq 8$	$CL \leq 1,17$
<b>Oligotrófico</b>	$47 < IET \leq 52$	$8 < P \leq 19$	$1,17 < CL \leq 3,24$
<b>Mesotrófico</b>	$52 < IET \leq 59$	$19 < P \leq 52$	$3,24 < CL \leq 11,03$
<b>Eutrófico</b>	$59 < IET \leq 63$	$52 < P \leq 120$	$11,03 < CL \leq 30,55$
<b>Supereutrófico</b>	$63 < IET \leq 67$	$120 < P \leq 233$	$30,55 < CL \leq 69,05$
<b>Hipereutrófico</b>	$IET > 67$	$P > 233$	$CL > 69,05$

## 5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

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

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

Assim, primeiramente descreve-se a rede de monitoramento de 353 estações de amostragem distribuídas em 34 UPGRHs nas oito (8) principais bacias de Minas Gerais. A seguir, detalham-se os dois tipos de campanhas anuais de coleta e o conjunto de análises executadas para as amostras. O próximo item indica a metodologia analítica dos ensaios feitos para os parâmetros medidos no Projeto “Águas de Minas”.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

### 5.1 Rede de Monitoramento

A rede de monitoramento é constituída, atualmente, de 353 estações de amostragem, que abrangem as oito (8) maiores bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, cobrindo 586.528 Km<sup>2</sup>, o que representa 98% de sua área total.

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

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

A rede em operação (macro-rede) foi adequada ao longo da execução dos trabalhos, adotando-se como referência a experiência desenvolvida pelos países membros da União Européia. Assim sendo, estabeleceu-se como meta a razão de uma estação de monitoramento por 1.000 km<sup>2</sup>, que é a densidade média adotada nos mencionados países.

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

Considerando as 353 estações distribuídas por todo o Estado, a densidade atual de estações é 0,61/1000km<sup>2</sup>. No entanto, a densidade de pontos é superior a uma estação/1.000km<sup>2</sup> nas seguintes UPGRHs: SF2, sub-bacia do rio Pará, SF3, sub-bacia do rio Paraopeba e SF5, sub-bacia do rio das Velhas; GD4, sub-bacia do rio Verde; GD5, sub-bacia do rio Sapucaí; GD6, sub-bacia dos rios Pardo e Mogi-Guaçu; DO2, sub-bacia do rio Piracicaba; DO5, sub-bacia do rio Caratinga; PS1, sub-bacia do rio Paraibuna e PS2, sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé. Nessas regiões, são dominantes as pressões ambientais decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura, exigindo, portanto, uma caracterização mais particularizada da qualidade das águas e, dessa forma, devendo-se dar início a redes mais específicas denominadas redes dirigidas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 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 (quatro) campanhas de amostragem por estação. As amostras coletadas são do tipo simples, de superfície, tomadas preferencialmente na calha principal do corpo de água, tendo em vista que a grande maioria dos pontos de coleta localiza-se sobre pontes.

#### 5.2.1 Coletas

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

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

Nas campanhas intermediárias são analisados 16 parâmetros genéricos em todos os locais, como mostra a Tabela 5.2. Para as regiões onde a pressão de atividades industriais e minerárias é mais expressiva, como é o caso das sub-bacias dos rios das Velhas, Paraopeba, Pará, Verde e trechos das bacias dos rios Paraíba do Sul, Doce, Grande e São Francisco, também são incluídos parâmetros característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta, conforme a Tabela 5.3.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 5.1:** Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas.

<b>Parâmetros comuns a todos os pontos</b>	
Alcalinidade Bicarbonato	Fósforo Total
Alcalinidade Total	Fenóis Totais
Alumínio Dissolvido	Manganês Total
Arsênio Total	Mercúrio Total
Bário Total	Níquel Total
Boro Total	Nitrato
Cádmio Total	Nitrito
Cálcio	Nitrogênio Amoniacal Total
Chumbo Total	Nitrogênio Orgânico
Cianeto Livre	Óleos e Graxas
Clorofila-a	Oxigênio Dissolvido - OD
Cloreto Total	pH " <i>in loco</i> "
Cobre Dissolvido	Potássio
Cobre Total	Selênio Total
Coliformes Termotolerantes	Sódio
Coliformes Totais	Sólidos Dissolvidos Totais
Condutividade Elétrica " <i>in loco</i> "	Sólidos em Suspensão Totais
Cor Verdadeira	Sólidos Totais
Cromo Total	Substâncias Tensoativas
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO	Sulfato Total
Demanda Química de Oxigênio – DQO	Sulfetos
Dureza de Cálcio	Temperatura da Água
Dureza de Magnésio	Temperatura do Ar
Estreptococos Fecais	Turbidez
Ferro Dissolvido	Zinco Total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

<b>Parâmetros comuns a todos os pontos</b>	
Cloreto total	Nitrogênio amoniacal total
Clorofila-a	Oxigênio Dissolvido
Coliformes termotolerantes	pH "in loco"
Coliformes totais	Sólidos em suspensão totais
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos Totais
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Temperatura da Água
Fósforo Total	Temperatura do Ar
Nitrato	Turbidez



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRHs SF1 e SF4</b>	
SF001	Cromo total e Densidade de cianobactérias
SF002	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF003	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF004	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF005	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF006	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF007	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF008	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF009	Cádmio total, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Substâncias tensoativas.
SF010	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF011	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Chumbo total.
SF013	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF015	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF017	Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Manganês total, Mercúrio total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF042	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRHs SF1 e SF4</b>	
SF044	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF046	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF048	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF050	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF052	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF054	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Nitrogênio orgânico, Nitrito, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total, Densidade de cianobactérias.
SF056	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Nitrogênio orgânico, Nitrito, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF058	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF060	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF019	Boro dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10</b>	
SF021	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF023	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF025	Densidade de cianobactérias, Manganês total, Substâncias tensoativas, Cor verdadeira.
SF026	DQO, Nitrogênio orgânico, Manganês total.
SF027	Densidade de cianobactérias, Manganês total, Substâncias tensoativas.
SF028	DQO, Nitrogênio orgânico, Manganês total.
SF029	Boro dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Nitrito, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Ensaio ecotoxicológico, Zinco total.
SF031	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Manganês total, Nitrito, Substâncias tensoativas, Zinco total.
SF033	Densidade de cianobactérias, Manganês total, Substâncias tensoativas.
SF034	DQO, Nitrogênio orgânico, Manganês total.
SF040	DQO, Nitrogênio orgânico, Manganês total.
PT001	Cianeto livre, Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total.
PT003	Cádmio total, Cianeto livre, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas.
PT005	Arsênio total, Bário total, Boro dissolvido, Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Ensaio ecotoxicológico, Zinco total.
PT007	Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas.
PT009	Cor verdadeira, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas.
PT010	Cádmio total, DQO, Manganês total, Nitrogênio orgânico.
PT011	Cádmio total, Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total.
PT013	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Fenóis totais, Manganês total.
UR001	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Manganês total, Nitrito, Substâncias tensoativas, Ensaio ecotoxicológico.
UR007	Cádmio total, Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total, Nitrito, Substâncias tensoativas.
UR009	Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas.
UR010	Cádmio Total, Fenóis totais, Manganês Total, Nitrogênio orgânico, Nitrito, DQO, Sólidos dissolvidos totais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10</b>	
UR012	Cádmio Total, Arsênio Total, DQO, Fenóis totais, Manganês Total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sólidos dissolvidos totais.
UR013	Cádmio Total, DQO, Cor Verdadeira, Cromo Total, Fenóis totais, Mercúrio Total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sólidos dissolvidos totais, Ensaio ecotoxicológico.
UR014	Cádmio Total, Arsênio Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Fenóis totais, DQO, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sólidos dissolvidos totais, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico.
UR015	Cádmio Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, DQO, Fenóis totais, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sólidos dissolvidos totais.
UR016	Cádmio Total, Chumbo Total, Cobre Dissolvido, DQO, Fenóis totais, Níquel Total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sólidos dissolvidos totais, Ensaio ecotoxicológico.
UR017	Cádmio Total, Chumbo Total, Cobre Dissolvido, Cor verdadeira, Cromo Total, DQO, Fenóis totais, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sólidos dissolvidos totais, Níquel Total, Zinco Total, Ensaio ecotoxicológico.
VG001	Cádmio total, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Zinco total.
VG003	Boro dissolvido, Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Ensaio ecotoxicológico, Zinco total.
VG004	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Nitrito, Substâncias tensoativas.
VG005	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas.
VG007	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Ensaio ecotoxicológico.
VG009	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Ensaio ecotoxicológico.
VG011	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Manganês total, Ensaio ecotoxicológico.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA001	Chumbo total, Cromo total, Ferro dissolvido Níquel total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA002	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA003	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA004	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA005	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas.
PA007	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total, Fenóis totais.
PA009	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA010	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, substancias tensoativas, Fenóis totais.
PA011	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
PA013	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Zinco total, Fenóis totais.
PA015	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA017	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA019	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA020	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, cobre dissolvido, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total, Fenóis totais.
PA021	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Cobre dissolvido, Fenóis totais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA022	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Cobre dissolvido, Fenóis totais.
PA024	Cromo total, Ferro dissolvido, Níquel total, Cor verdadeira, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA026	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cor verdadeira, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA028	Cádmio, Chumbo, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Níquel total, Sulfetos, cor verdadeira, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA032	Cianeto livre, sulfetos, Substâncias tensoativas, cádmio total, Chumbo total, Cromo total, Níquel total, Zinco total, Fenóis totais.
PA034	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Densidade de cianobactérias, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA036	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total, Densidade de cianobactérias, Manganês total.
PA040	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA044	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA031	Cádmio total, Chumbo total, Mercúrio total, Cianeto livre, Cromo total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total, Densidade de cianobactérias, Substâncias tensoativas, Fenóis totais.
PA042	Cianeto livre, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total, Cor verdadeira, Fenóis totais.
<b>UPGRH SF3: Rio Paraopeba</b>	
BP022	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP024	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP026	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP027	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Selênio total, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF3: Rio Paraopeba</b>	
BP029	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP032	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP036	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP066	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP068	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP069	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Zinco total.
BP036	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP070	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP071	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substancias tensoativas, Cádmio total, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
BP072	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substancias tensoativas, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
BP073	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substancias tensoativas, Cádmio total, Chumbo total, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
BP074	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substancias tensoativas, Cádmio total, Chumbo total, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
BP076	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Zinco total.
BP078	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP079	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP080	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substancias tensoativas, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Selênio total, Zinco total.
BP082	Cor verdadeira, DQO, Nitrogênio orgânico, Substâncias tensoativas, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF3: Rio Paraopeba</b>	
BP083	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Zinco total.
BP084	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Selênio total, Zinco total.
BP086	Densidade de cianobactérias, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP088	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Cádmio total, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
BP090	Cor verdadeira, DQO, Nitrogênio orgânico, Substâncias tensoativas, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP092	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Arsênio total, Cádmio total, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP094	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Arsênio total, Cádmio total, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP096	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP098	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Ferro dissolvido, Manganês total.
BP099	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Nitrogênio orgânico, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV013	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Manganês total, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Níquel total.
BV035	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Densidade de cianobactérias, Dureza, Fenóis totais, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV037	Arsênio total, Cádmio total, Cianeto livre, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sólidos dissolvidos totais, Zinco total.
BV062	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto total, Cobre dissolvido, Cromo total, Dureza, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV063	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto total, Cobre dissolvido, Cromo total, Dureza, DQO, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Selênio total, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Zinco total.
BV067	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco total.
BV076	DQO, Fenóis totais, Manganês total, Óleos e Graxas, Ensaio ecotoxicológico, Sólidos dissolvidos totais, Zinco total.
BV083	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto total, Cobre dissolvido, DQO, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV105	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV130	Alcalinidade, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Dureza, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV133	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Dureza, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV135	Cor verdadeira, DQO, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.
BV136	Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Sólidos dissolvidos totais, Zinco total.
BV137	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV139	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Zinco total.
BV140	Alcalinidade, Chumbo total, Dureza, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Sólidos dissolvidos totais.
BV141	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sólidos dissolvidos totais, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

<b>Estação</b>	<b>Parâmetros específicos</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV142	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sólidos dissolvidos totais, Zinco total.
BV143	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Zinco total.
BV144	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV145	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Sólidos dissolvidos totais, Substâncias tensoativas, Zinco total
BV146	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Sólidos dissolvidos totais, Zinco total.
BV147	Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Sólidos dissolvidos totais.
BV148	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Sólidos dissolvidos totais.
BV149	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sólidos dissolvidos totais.
BV150	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sólidos dissolvidos totais.
BV151	Densidade de cianobactérias, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Cor verdadeira, Fenóis totais, Sólidos dissolvidos totais,
BV152	Arsênio total, Chumbo total, Cromo total, DQO, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Manganês total, Sólidos dissolvidos totais.
BV153	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV154	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto total, Cobre dissolvido, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Óleos Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV155	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV156	Arsênio total, Chumbo total, Cromo total, Densidade de cianobactérias, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sólidos dissolvidos totais, Sulfetos, Substâncias tensoativas.
BV160	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Óleos e graxas, Sólidos dissolvidos totais, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BV161	Arsênio total, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sólidos dissolvidos totais.
BV162	Cor verdadeira, Dureza, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sólidos dissolvidos totais.
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8</b>	
BG001	Cádmio total, Chumbo total, Cromo total, DQO, Ensaio ecotoxicológico Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total.
BG003	Cádmio total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido.
BG005	Cádmio total, Chumbo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais.
BG007	Cádmio total, Chumbo total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Níquel total.
BG009	Arsênio total, Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, ferro dissolvido.
BG010	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total.
BG011	Chumbo total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, ferro dissolvido.
BG012	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total.
BG013	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total.
BG014	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total.
BG017	Chumbo total, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total.
BG019	Cádmio total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Mercúrio total, Manganês total.
BG021	Cádmio total, Chumbo total, Cor verdadeira, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total.
BG023	Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Zinco total
BG024	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total.
BG025	Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Fenóis totais.
BG026	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total.
BG027	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8</b>	
BG028	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total.
BG029	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total.
BG031	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Zinco total.
BG032	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG033	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG034	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Níquel total, Manganês total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total.
BG035	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG036	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG037	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG038	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG039	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total.
BG040	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total.
BG041	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total.
BG042	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

<b>Estação</b>	<b>Parâmetros específicos</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8</b>	
BG043	Cádmio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Zinco total.
BG044	Cobre dissolvido, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total.
BG045	Cádmio total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total.
BG046	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total.
BG047	Cobre dissolvido, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.
BG048	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total.
BG049	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total.
BG050	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total, Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total.
BG051	Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais.
BG052	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Magnésio, Potássio, Sódio, Zinco total.
BG053	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
BG055	Cobre dissolvido, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total.
BG057	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.
BG058	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO.
BG059	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ensaio ecotoxicológico.
BG061	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais.
BG063	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.
BG065	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8</b>	
BG067	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG069	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG071	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG073	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG075	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG077	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG079	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG081	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG083	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG085	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BG087	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DBO, Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio, Dureza Total, Ensaio ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfeto, Substâncias tensoativas, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO PARANAÍBA</b>	
<b>UPGRH PN1, PN2, PN3</b>	
PB001	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total.
PB003	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Ensaio ecotoxicológico.
PB005	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total.
PB007	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Ensaio ecotoxicológico.
PB009	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Ensaio ecotoxicológico.
PB011	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Ensaio ecotoxicológico.
PB013	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Ensaio ecotoxicológico.
PB015	Cádmio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Ensaio ecotoxicológico.
PB017	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Toxicidade crônica.
PB019	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Ensaio ecotoxicológico.
PB021	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total.
PB022	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais.
PB023	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, DQO, Ensaio ecotoxicológico, Ferro dissolvido, Fenóis totais.
PB025	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Fenóis totais, Ensaio ecotoxicológico.
PB027	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Zinco total, Ensaio ecotoxicológico.
PB029	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Ensaio ecotoxicológico, Zinco total.
PB031	Cádmio total, Cobre dissolvido, Fenóis totais.
PB033	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Ensaio ecotoxicológico.
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6</b>	
RD001	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Densidade de cianobactérias.
RD004	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6</b>	
RD007	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Densidade de cianobactérias.
RD009	Arsênio total, Cobre dissolvido, Fenóis totais, mercúrio total
RD013	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias.
RD018	Cobre dissolvido, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total.
RD019	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Densidade de cianobactérias.
RD021	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais.
RD023	Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Densidade de cianobactérias.
RD025	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Zinco total.
RD026	Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas.
RD027	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
RD029	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
RD030	Cobre dissolvido, Níquel total.
RD031	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
RD032	Cobre dissolvido, Manganês total.
RD033	Cobre dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Densidade de cianobactérias.
RD034	Cobre dissolvido.
RD035	Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias.
RD039	Cobre dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.
RD040	Cobre dissolvido.
RD044	Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias.
RD045	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Sulfetos.
RD049	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos.
RD053	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Sulfetos.
RD056	Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Sulfetos.
RD057	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos, Densidade de cianobactérias.
RD058	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos, Densidade de cianobactérias.
RD059	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos, Densidade de cianobactérias.
RD064	Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Sulfetos, Ensaio ecotoxicológico.
RD065	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Sulfetos.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

<b>Estação</b>	<b>Parâmetros específicos</b>
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6</b>	
RD067	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos, Densidade de cianobactérias
RD068	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Zinco total.
RD069	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Zinco total.
RD070	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco total, Ensaio ecotoxicológico.
RD071	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco total.
RD072	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Zinco total, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico.
RD073	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Zinco total.
RD074	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco total.
RD075	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco total.
RD076	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco total.
RD077	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Zinco total
RD078	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total
RD079	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Sulfetos
RD080	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
RD081	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6</b>	
RD082	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD083	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico.
RD084	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD085	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD086	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD087	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
RD088	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
RD089	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
RD090	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD091	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total, Ensaio ecotoxicológico.
RD092	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total, Ensaio ecotoxicológico.
RD093	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total, Densidade de cianobactérias, Ensaio ecotoxicológico.
RD094	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total.
RD095	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD096	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD097	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD098	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
RD099	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL</b>	
<b>UPGRHs PS1 e PS2</b>	
BS002	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BS006	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Selênio total, Substâncias tensoativas, Zinco total
BS017	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
BS018	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BS024	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BS028	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais
BS029	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BS031	DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Óleos e Graxas, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BS032	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BS033	Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Zinco total.
BS042	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Sulfetos.
BS043	Chumbo total, DQO, Ferro dissolvido, Sulfetos.
BS046	Cianeto livre, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Substâncias tensoativas.
BS049	Alumínio dissolvido, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas.
BS050	Alumínio dissolvido, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Substâncias tensoativas.
BS054	Alumínio dissolvido, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Substâncias tensoativas.
BS056	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas.
BS057	Ferro dissolvido, DQO, Fenóis totais, Substâncias tensoativas.
BS058	Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Substâncias tensoativas.
BS059	DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Substâncias tensoativas.
BS060	Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BS061	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

Estação	Parâmetros específicos
<b>BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL</b>	
<b>UPGRHs PS1 e PS2</b>	
BS071	DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
BS073	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Selênio total.
BS075	Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas.
BS077	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, DQO, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos.
BS081	Cádmio total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Substâncias tensoativas
BS083	Alumínio dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total.
BS085	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais.
<b>BACIA DO RIO JEQUITINHONHA</b>	
<b>UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3</b>	
JE001	Cor verdadeira, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total.
JE003	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.
JE005	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Manganês total, Zinco total.
JE007	Cádmio total, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total.
JE009	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total.
JE011	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
JE013	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total.
JE015	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total.
JE017	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total.
JE019	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total.
JE021	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Zinco total.
JE023	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total.
JE025	Cádmio total, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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

<b>Estação</b>	<b>Parâmetros específicos</b>
<b>BACIA DO RIO MUCURI</b>	
<b>UPGRHs MU1</b>	
MU001	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.
MU003	Cádmio total, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total.
MU005	Cianeto livre, Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total.
MU006	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total.
MU007	Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total.
MU009	Chumbo total, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Manganês total.
MU011	Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total.
MU013	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.
<b>BACIA DO RIO PARDO</b>	
<b>UPGRHs PA1</b>	
PD001	Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido.
PD003	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Manganês total.
PD005	Densidade de cianobactérias, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 5.2.2 Análises

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

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

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Alcalinidade bicarbonato	potenciometria	APHA 2320 B
Alcalinidade total	potenciometria	APHA 2320 B
Alumínio dissolvido	espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Arsênio total	espectrometria de AA - gerador de hidretos	APHA 3114 B
Bário total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Boro total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Cádmio total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Cálcio total	titulometria	APHA 3500-Ca B
Chumbo total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Cianeto livre	titulometria	APHA 4500-CN <sup>-</sup> D
Cloreto total	colorimetria	USGS- I -1187 78
Cobre dissolvido	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Clorofila-a	colorimetria	APHA 10200H
C.termotolerantes	tubos múltiplos	APHA 9221 E
Coliformes totais	tubos múltiplos	APHA 9221 B
Condutividade elétrica	condutimetria	SM 2510 B
Cor verdadeira	colorimetria	APHA 2120 B
Cromo total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
DBO	Winkler/incubação	ABNT NBR 12614/1992
DQO	titulometria	ABNT NBR 10357/1988
Dureza de cálcio	titulometria	APHA 3500-Ca D
Dureza de magnésio	titulometria	APHA 3500-Mg E
Estreptococos	tubos múltiplos	APHA 9230 B
Ferro dissolvido	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Fósforo total	colorimetria	APHA 4500-P E
Fenóis totais	colorimetria	ABNT NBR 10740/1989
Manganês total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Mercúrio total	espectrometria de AA - vapor frio	APHA 3112 B
Níquel total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Nitrogênio amoniacal	colorimetria	ABNT NBR 10560/1988
Nitrato	colorimetria	APHA 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E
Nitrito	colorimetria	SM 4500-NO <sub>2</sub> -B
Nitrogênio orgânico	colorimetria	APHA 4500-N <sub>org</sub> B

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 5.4:** Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto "Águas de Minas"  
(Continuação).

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Óleos e graxas	gravimetria	APHA 5520 B
Oxigênio dissolvido	titulometria	ABNT NBR 10559/1988
pH	potenciometria	APHA 4500 H <sup>+</sup> B
Potássio solúvel	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Selênio total	espectrometria de AA - gerador de hidretos	APHA 3114 B
Sódio solúvel	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Sólidos dissolvidos totais	gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Sólidos em suspensão totais	gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Sólidos totais	gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Substâncias tensoativas	colorimetria	ABNT NBR 10738/1989
Sulfatos	turbidimetria	APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E
Sulfetos	titulometria	APHA 4500-S <sup>2-</sup> F
Temperatura da água/ar	termometria	APHA 2550 B
Ensaio ecotoxicológico	ensaio com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	ABNT NBR 13373
Turbidez	turbidimetria	APHA 2130 B
Zinco total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B

\*AA=absorção atômica

### 5.3 Avaliação Temporal

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

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

A análise por ora empreendida resume-se a uma avaliação visual de gráficos que tratam da evolução dos indicadores e variáveis desde 1997 até 2008, tentando descrever a evolução da qualidade das águas nos diferentes corpos de água do estado de Minas Gerais sem, contudo, saber se o aumento ou diminuição da qualidade em uma determinada bacia é estatisticamente significativa ou se tal diferença não é devida simplesmente a variações amostrais.

As variáveis foram observadas ao longo dos anos e comparadas com os limites das classes de enquadramento (Anexo C) do corpo de água em análise, conforme a legislação estadual. Ressalta-se que para os parâmetros que apresentam limites diferentes na Deliberação Normativa COPAM nº10/1986 e na DN Conjunta COPAM/CERH nº01/2008, foram utilizadas as duas legislações, sendo os limites da

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

DN 10/86 utilizados até o ano de 2004 e os limites da DN 01/08 considerados a partir de 2005.

### 5.4 Avaliação Espacial

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

Para representar o perfil espacial dos parâmetros selecionados ao longo do corpo de água, foram utilizadas algumas representações gráficas. Para certos parâmetros, ressaltou-se o comportamento ao longo do corpo de água monitorado, em relação à campanha de amostragem em que os mesmos ocorreram em condições mais críticas. Outros foram avaliados de acordo com a sua média anual ao longo do corpo hídrico em questão, comparando-se mais de um ano de ocorrência.

### 5.5 Avaliação Ambiental – Pressão x Estado x Resposta

A análise das violações dos resultados da série histórica até o ano de 2007 era realizada com base nos limites legais da Deliberação Normativa 10/86 (1997 até 2004) e da Resolução CONAMA 357/05 (2005 a 2007), levando-se em conta o enquadramento do corpo de água no local de cada ponto de amostragem. No presente relatório, os resultados da série histórica de monitoramento passaram a ser submetidos à norma estadual hoje em vigor, a DN Conjunta COPAM/CERH 01/08. Vale reiterar que essa análise não é relativa às violações já ocorridas, mas sim a todos os resultados históricos que estariam fora dos limites da legislação atual do estado de Minas Gerais. Os percentuais de violações em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro foram apresentados em uma tabela, indicando os constituintes mais críticos por bacia.

Os resultados do monitoramento da qualidade das águas superficiais dos rios do estado de Minas Gerais foram apresentados em quadros-resumo, que especificam, por corpo de água e estação de amostragem, os principais fatores de PRESSÃO sobre a qualidade das águas associados aos indicadores de degradação verificados em 2008 e os parâmetros que apresentaram desconformidades em relação aos limites das Classes de enquadramento segundo a DN COPAM/CERH 01/08 no período de 1997 a 2008, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas.

Os fatores de PRESSÃO foram definidos considerando as seguintes atividades: lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, carga difusa, agricultura, pecuária, suinocultura, avicultura, silvicultura, atividade minerária, garimpo, resíduos sólidos, queimada, expansão urbana, erosão, assoreamento, dentre outros.

Esse processo norteou a definição das ações prioritárias para o controle da poluição ambiental recomendadas neste relatório (RESPOSTA). As recomendações apresentadas foram sintetizadas a partir da metodologia estabelecida pelo sistema Pressão – Estado – Resposta, desenvolvido pelo Departamento de Meio Ambiente da



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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.

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

Para tratar o fator de PRESSÃO por esgoto sanitário, foram levantados os municípios com população urbana superior a 30.000 habitantes em todas as bacias, conforme censo do IBGE 2000, e que possuem estação de amostragem em trecho de corpo de água a montante e/ou a jusante da área urbana destes municípios. Em cada estação de amostragem, avaliou-se a evolução do IQA – Índice de Qualidade das Águas ao longo dos anos. O IQA é um bom indicador da contaminação por esgoto sanitário, pois é uma síntese da ocorrência de sólidos, nutrientes e principalmente matéria orgânica e fecal. Além disso, foram verificadas as ocorrências de desconformidades em relação aos principais parâmetros associados aos esgotos sanitários, quais sejam: oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (matéria orgânica); amônia não ionizável e nitrogênio amoniacal (nutrientes).

No estado de Minas Gerais foram verificadas, no período de 1997 a 2008, algumas ocorrências de metais tóxicos em desconformidade com os padrões legais, quais sejam: cromo total, chumbo total, cádmio total, cobre dissolvido, zinco total, mercúrio total e arsênio total, bem como de outras substâncias tóxicas como fenóis totais, nitrogênio amoniacal total e íons cianeto. Foram destacadas as estações em que estas ocorrências resultaram em Contaminação por Tóxicos Alta em 2008 e também as causas da contaminação, além de serem feitas recomendações visando a melhoria da qualidade dos corpos de água onde se verificaram estas ocorrências.

É objetivo do projeto Águas de Minas a divulgação das ações de controle ambiental recomendadas para que se fortaleça o sistema de tomada de decisões para a melhoria da qualidade das águas e, conseqüentemente, da qualidade ambiental em todo estado de Minas Gerais.

### 6 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA

#### 6.1 O que é Enquadramento dos Corpos de Água

Instrumento das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/97 e Lei nº 13.199/99, respectivamente, o enquadramento dos corpos de água em classes visa estabelecer metas de qualidade para os corpos hídricos, a fim de assegurar os usos preponderantes, ou seja, o conjunto de usos, atuais e futuros da água, com relevâncias econômicas, sociais e ambientais de um determinado trecho do corpo hídrico.

O enquadramento dos corpos de água é um dos mais importantes instrumentos de gestão dos recursos hídricos por compatibilizar os usos múltiplos com o desenvolvimento econômico. É, portanto, um mecanismo de planejamento ambiental das bacias hidrográficas que visa o uso sustentável da água. Além disso, fornece subsídios a outros instrumentos de gestão dos Recursos Hídricos, tais como à outorga e à cobrança pelo uso da água, de modo que, quando implementados, tornam-se complementares, propiciando às entidades gestoras de recursos hídricos mecanismos para assegurar a disponibilidade quantitativa e qualitativa das águas.

#### 6.2 Modalidades de enquadramento dos corpos de água

Segundo a Resolução CNRH nº12/2000, que dá diretrizes básicas para os procedimentos metodológicos de enquadramento dos corpos hídricos, há duas alternativas de enquadramento, sendo elas:

- Proposta de Referência - visa a atender aos usos atuais dos recursos hídricos na bacia hidrográfica;
- Proposta Prospectiva - visa a atender, de forma satisfatória, a uma determinada alternativa de usos futuros para os corpos hídricos da bacia hidrográfica.

Essas propostas devem ser elaboradas com base nas informações obtidas no diagnóstico e prognóstico do uso e ocupação do solo, considerando os usos atuais e futuros dos recursos hídricos e a análise dos benefícios sócio-econômicos e ambientais, bem como os custos e prazos decorrentes, que serão utilizados para a definição do enquadramento a ser proposto.

#### 6.3 Enquadramento dos corpos de água em Minas Gerais

A primeira experiência de classificação dos corpos de água que abrangeu um rio do estado de Minas Gerais foi o enquadramento da bacia do rio São Francisco estabelecido pela Portaria do IBAMA nº 715/89-P, de 20 de setembro de 1989. Segundo essa portaria, apenas os rios federais afluentes do rio São Francisco foram enquadrados, enquanto que para os rios das Velhas e Paraopeba, de domínio estadual, foram sugeridas proposta de enquadramento.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Pode se dizer que as experiências de enquadramento realizadas no Estado ocorreram efetivamente a partir de 1993, quando a Fundação Estadual de Minas Gerais – FEAM passou a ser responsável pelo enquadramento dos corpos de água em Minas Gerais.

Nesse período, priorizou-se o enquadramento das seguintes bacias: Piracicaba, Velhas, Paraopeba, Verde, Paraibuna e Pará. Com a formalização da Política Estadual de Recursos Hídricos, concretizada na Lei no 13.199/1999, o enquadramento dos corpos de água foi instituído instrumento da gestão de recursos hídricos, passando a sua elaboração a ser de competência do IGAM. Desde então, o IGAM propôs o reenquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica do rio das Velhas (2004) e da bacia hidrográfica do rio Paracatu (2005), ambas aprovadas pelos respectivos comitês, sendo o próximo passo o encaminhamento do ato normativo ao CERH-MG.

### 6.4 Procedimentos metodológicos do enquadramento

Segundo a Resolução CNRH nº12/2000, os procedimentos metodológicos de enquadramento devem compreender as seguintes etapas: diagnóstico e prognóstico do uso e ocupação do solo, elaboração da proposta e aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos.

Conforme versa a Lei 13.199/99, a Política de Recursos Hídricos tem como premissa a gestão participativa e descentralizada, considerando, portanto, as expectativas e necessidades dos usuários. Neste sentido, o processo de enquadramento dos corpos de água, assim como a sua implantação, deve ser efetuado no âmbito da bacia hidrográfica, sendo, o respectivo comitê de bacia hidrográfica - CBH - o responsável pela aprovação.

O enquadramento dos corpos de água em Classes, de acordo com o uso preponderante e em conformidade com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH Nº01/2008, classifica as águas doces em cinco classes, como apresentado na Tabela 6.1.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 6.1:** Classificação dos corpos de água segundo os usos preponderantes.

Classe	Cor	Usos Possíveis
Especial	Blue	Abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticas em unidades de conservação de proteção integral.
1	Green	Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (nadar); Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo; Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
2	Yellow	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa vir a ter contato direto; Aqüicultura e à atividade de pesca.
3	Orange	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais.
4	Red	Navegação; Harmonia paisagística.

Ressalta-se que, de acordo com a DN conjunta COPAM/CERH N°01/2008, art. 37, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

### 7 OUTORGA

#### 7.1 O Que é Outorga de Direito de Uso

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

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

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

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

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

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

#### 7.2 Modalidades de Outorga

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

### 7.3 A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais

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

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

Com a divulgação do instrumento da outorga junto ao grande público, além das companhias de saneamento e abastecimento, diversos usuários têm solicitado ao IGAM autorização para captação de água superficial e exploração de água subterrânea para as mais diversas finalidades, sendo a agricultura irrigada o setor de maior demanda de recursos hídricos.

Também, diversas intervenções nos corpos de água como construção de reservatórios, diques, açudes, desvios, entre outras obras, são objetos de solicitação de outorga, conforme preconiza a Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e a Portaria Administrativa do IGAM nº 010/98, que ordena os procedimentos aplicáveis aos processos de outorga de águas sob domínio estadual.

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

No IGAM, a Gerência de Apoio à Regularização Ambiental – GEARA é responsável pelos processos de requerimento de outorga de direito de uso de recursos hídricos e mantém um banco de dados com as informações obtidas dos requerentes e usuários outorgados. As captações ou intervenções nos corpos de água são georreferenciadas e a análise dos processos é então realizada, sendo que, para o deferimento ou indeferimento de um requerimento, diversas etapas são processadas com consulta em cartas geográficas e delimitação das áreas de drenagem.

### 7.4 A Quem Solicitar

As outorgas em águas de domínio do Estado são obtidas junto ao IGAM (Lei 13.199/99). Já as outorgas em águas de domínio da União são emitidas pela ANA (Lei 9.984/2000).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 7.5 Como Solicitar a Outorga

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

### 7.6 Quando se Deve Solicitar a Outorga

A outorga de direito de uso da água deve ser solicitada antes da implantação de qualquer empreendimento cujo uso da água venha a alterar o regime, a quantidade ou a qualidade do corpo de água, incluindo captações e derivações ou lançamentos de efluentes.

### 7.7 Os Usos de Recursos Hídricos Sujeitos a Outorga

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

### 7.8 Usos que Independem de Outorga

O parágrafo primeiro do artigo 18 da lei 13.199/99 estabelece que os usos considerados insignificantes não são sujeitos a outorga e sim a cadastro junto ao

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

IGAM. A Deliberação Normativa CERH-MG Nº 09/2004 define assim os usos considerados insignificantes:

- Água Subterrânea: Poço manual e nascentes  
Consumo de até 10m<sup>3</sup>/dia;
- Água Superficial:  
Captações: 1L/s ou 0,5L/s;  
Acumulações: 5.000m<sup>3</sup> ou 3.000m<sup>3</sup>.

### 7.9 Procedimento para a Solicitação de Outorga

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

### 7.10 Documentação Necessária para a Obtenção da Outorga

- Requerimento assinado pelo requerente ou procurador, juntamente com a procuração;
- Formulários fornecidos pelo IGAM;
- Relatório técnico conforme modelo fornecido pelo IGAM;
- Comprovante de recolhimento dos valores relativos aos custos de análise e publicações;
- Cópias do CPF/CNPJ e da carteira de identidade do requerente ou procurador;
- Cópia do contrato ou estatuto social do requerente (pessoa jurídica);
- Cópia do registro do imóvel ou de posse do local onde será efetuada a captação;
- Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável técnico pela elaboração do processo de outorga, recolhida na jurisdição do CREA-MG;
- Documento de concessão ou autorização fornecido pela ANEEL, em caso de hidrelétrica ou de termelétrica;
- Documento emitido pelo Comitê de Bacias contendo as prioridades de uso, caso existente.

## 8 SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Foram obtidos, a partir das análises laboratoriais realizadas em 2008, os indicadores da situação ambiental no estado de Minas Gerais: Índice de Qualidade das Águas – IQA, Contaminação por Tóxicos – CT, Teste de Toxicidade Crônica e Índice de Estado Trófico – IET.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Na Figura 8.1 é apresentada a evolução temporal da frequência de ocorrência do IQA no estado de Minas Gerais em 2008. Ressalta-se que no referido ano, a média anual do IQA não foi calculada para algumas estações de amostragem monitoradas, nas quais houve perda de informações referentes ao parâmetro coliformes termotolerantes em uma ou mais campanhas de monitoramento, assim como em 2007. Na estação localizada no rio Carinhanha a montante da sua foz no rio São Francisco (SF034) e no rio Verde Grande a jusante da confluência com o rio Gorutuba (VG011), ambas pertencentes à bacia do rio São Francisco, o cálculo da média anual do IQA não foi realizado, uma vez que não houve amostragem em uma ou mais campanhas do ano em questão, devido à dificuldade de acesso ao local de coleta. Por tais razões, para comparar os resultados de IQA de 2008 com aqueles obtidos nos anos anteriores foi utilizada a condição de qualidade verificada em cada estação de amostragem por trimestre.

Pôde-se observar que nas 353 estações de amostragem dos corpos de água das bacias hidrográficas monitoradas no estado de Minas Gerais, predomina o Índice de Qualidade das Águas Médio, considerando a média anual, resultado este que vem sendo observado desde o ano de 1997, ressaltando-se que os maiores registros foram nos anos de 1997 e 1998. A análise comparativa da distribuição dos valores trimestrais de IQA demonstra que não houve uma grande variação das condições de qualidade das águas ao longo de doze anos de monitoramento.

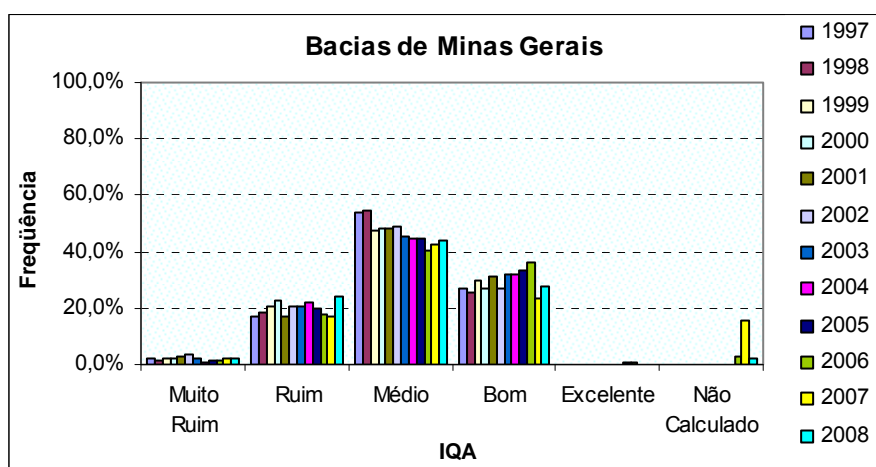
No ano de 2008, houve uma redução na ocorrência do Índice de Qualidade das Águas Muito Ruim, de 2,1% em 2007 para 1,9% em 2008. Com isso, pode-se perceber a ruptura do aumento gradativo da sua ocorrência entre os anos de 2004 até 2007.

Em 2008, houve aumento da ocorrência de IQA Ruim no Estado, de 17,1% em 2007 para 23,9% em 2008. Esse é o maior nível de ocorrência de IQA Ruim em toda a série histórica para o estado de Minas Gerais, além de ocasionar a ruptura da redução gradativa da sua ocorrência entre os anos de 2004 até 2007.

Houve aumento também na ocorrência de IQA Bom em Minas Gerais, de 23,1% em 2007 para 27,7% em 2008. Ressalta-se a ocorrência de IQA não calculado, apresentando 2,1% de frequência em 2008, o que provavelmente influenciou na tendência observada dos IQA's Ruim, Médio e Bom.

O IQA Médio ainda é predominante em todas as bacias hidrográficas monitoradas no estado de Minas Gerais com ocorrência em 44,1% dos pontos de amostragem em 2008, ante 42,4% em 2007. Pode-se verificar que há uma tendência de aumento gradativo da sua ocorrência a partir do ano de 2006.

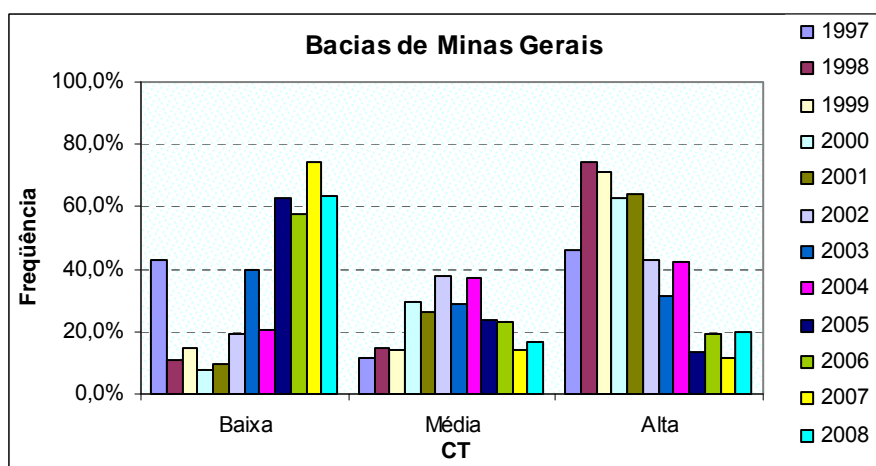
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.1:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA, no estado de Minas Gerais.

Com relação à Contaminação por Tóxicos (CT), observou-se a redução na ocorrência de CT Baixa, de 74,2% em 2007 para 63,5% em 2008. Consequentemente, houve aumento na ocorrência da CT Alta, de 11,8% em 2007 para 20,1% em 2008.

Destaca-se ainda o aumento da CT Média, de 14,1% em 2007 para 16,4% em 2008, interrompendo a redução gradativa de sua ocorrência a partir do ano de 2004, como mostra a Figura 8.2.



**Figura 8.2:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos – CT, no estado de Minas Gerais.

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

A seguir são apresentadas as frequências de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas calculadas para cada trimestre do ano de 2008, para cada bacia hidrográfica monitorada no estado de Minas Gerais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

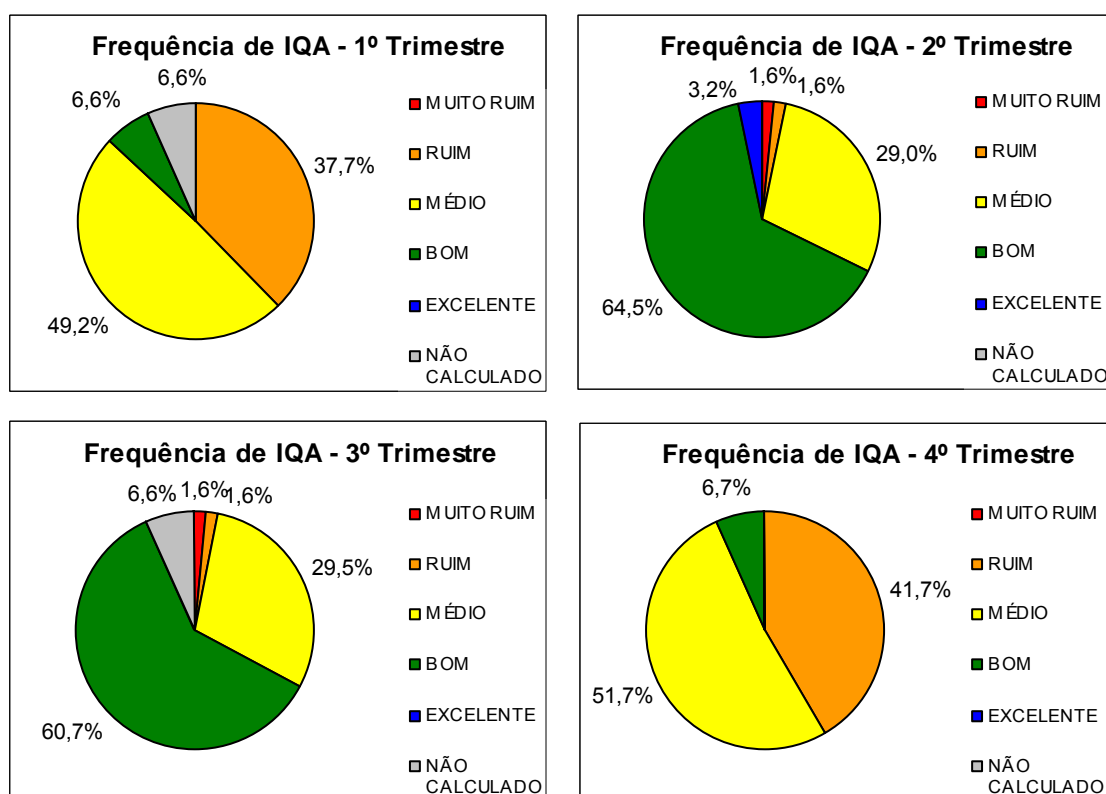
### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

#### Rio São Francisco e afluentes

Na Figura 8.3 é apresentada a frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA calculada por trimestre no rio São Francisco e seus afluentes em 2008. Observou-se o predomínio do IQA Médio no 1º e 4º trimestres (49,2% e 51,7%, respectivamente), ambos correspondentes ao período de chuvas.

Nas amostragens realizadas durante o período de seca, nota-se o aumento da ocorrência de IQA Bom, uma vez que valores correspondentes a essa faixa foram registrados em 64,5% das estações no 2º trimestre e 60,7% no 3º trimestre.

Ressalta-se ainda a ocorrência de IQA Excelente em 3,2% das estações no 2º trimestre de 2008 e que 6,6% das estações não tiveram o IQA calculado devido à perda de informações do parâmetro coliformes termotolerantes no 1º e 3º trimestres.



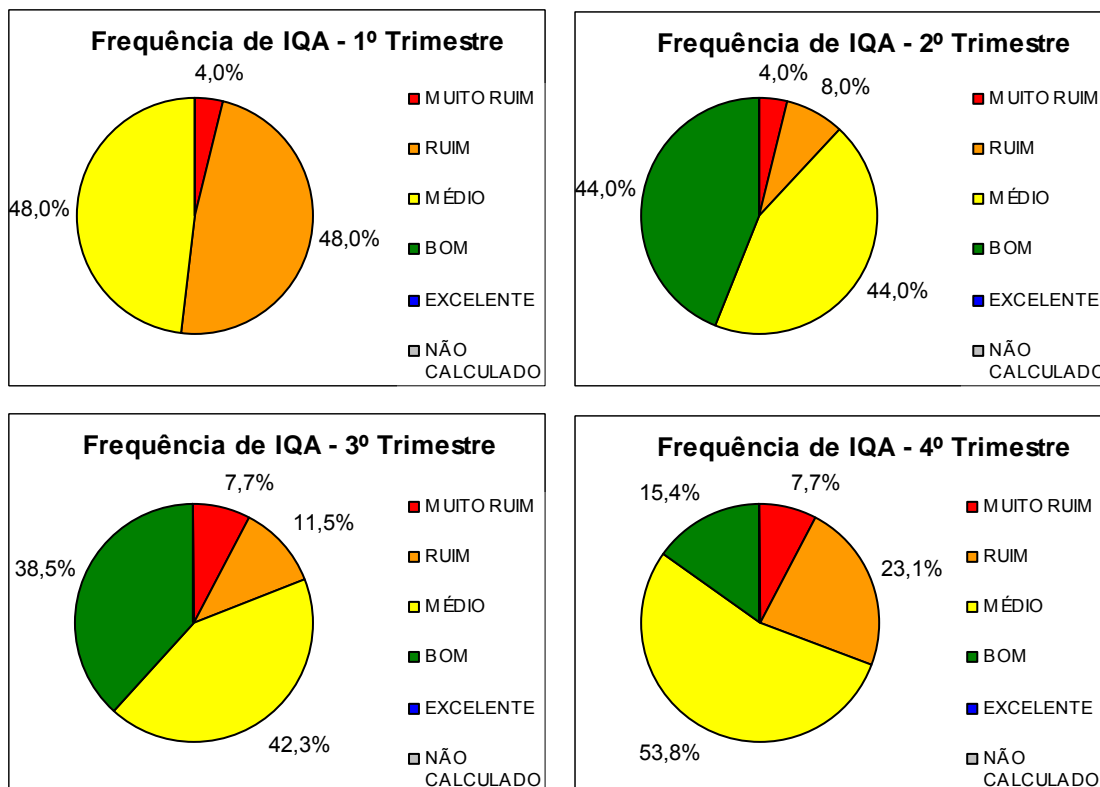
**Figura 8.3:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA nas UPGRHs SF1, SF4, SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10, no ano de 2008.

#### Sub-bacia do rio Pará

Na sub-bacia do rio Pará o predomínio de IQA Médio foi constatado no 3º e 4º trimestres de 2008, ocorrendo, respectivamente em 42,3% e 53,8% das estações. No 1º trimestre, o IQA Médio e Ruim prevaleceram, ambos em 48,0% das estações, enquanto que, no 2º trimestre, o IQA Bom e Médio prevaleceram, ambos em 44,0%

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

das estações. As maiores ocorrências de IQA Bom foram registradas no período de seca, correspondente ao 2º e 3º trimestres, conforme Figura 8.4.



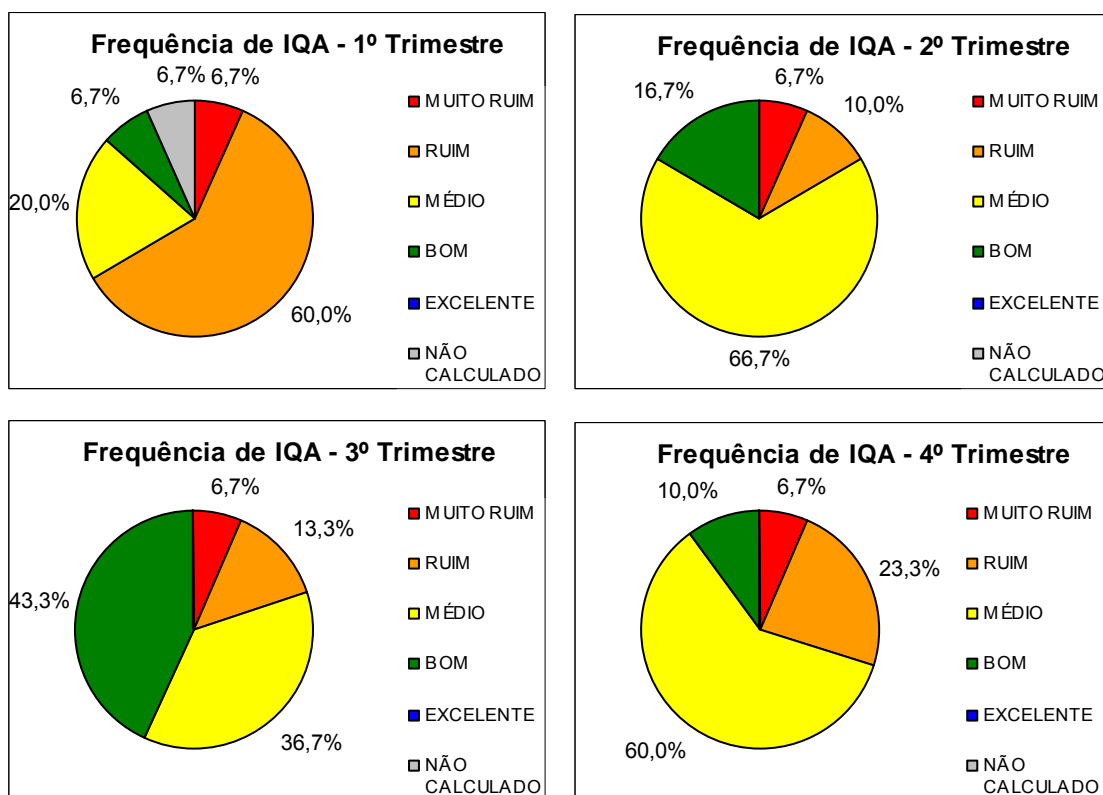
**Figura 8.4:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Pará – UPGRH SF2, no ano de 2008.

### Sub-bacia do rio Paraopeba

Observou-se na sub-bacia do rio Paraopeba a prevalência de IQA Médio na maioria das estações no 2º e 4º trimestres de 2008, com 66,7% e 60,0% de ocorrência, respectivamente. No 3º trimestre, caracterizado pelo período seco, 43,3% das estações apresentaram IQA Bom.

No 1º trimestre, caracterizado pelo período chuvoso, prevaleceu o IQA Ruim em 60,0% das estações na sub-bacia do rio Paraopeba. Ressalta-se ainda nessa campanha, que 6,7% das estações não tiveram o IQA calculado devido à perda de informações do parâmetro coliformes termotolerantes, como mostra a Figura 8.5.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

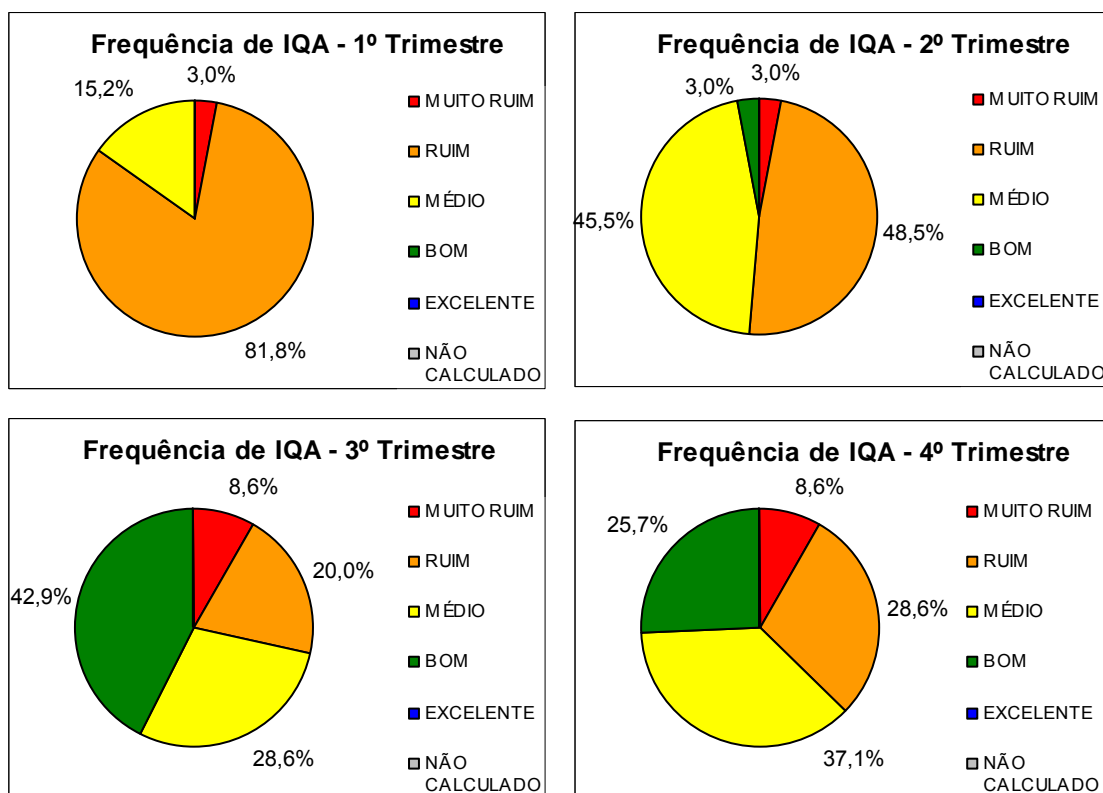


**Figura 8.5:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Paraopeba – UPGRH SF3, no ano de 2008.

### Sub-bacia do rio das Velhas

Foi verificado na sub-bacia do rio das Velhas o predomínio da ocorrência de IQA Ruim no 1º e 2º trimestres (81,8% e 48,5%, respectivamente), e de IQA Médio (37,1%) no 4º trimestre de 2008. No 3º trimestre, caracterizado pelo período seco, prevaleceu o IQA Bom em 42,9% das estações na sub-bacia do rio das Velhas, conforme Figura 8.6.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.6:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio das Velhas – UPGRH SF5, no ano de 2008.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

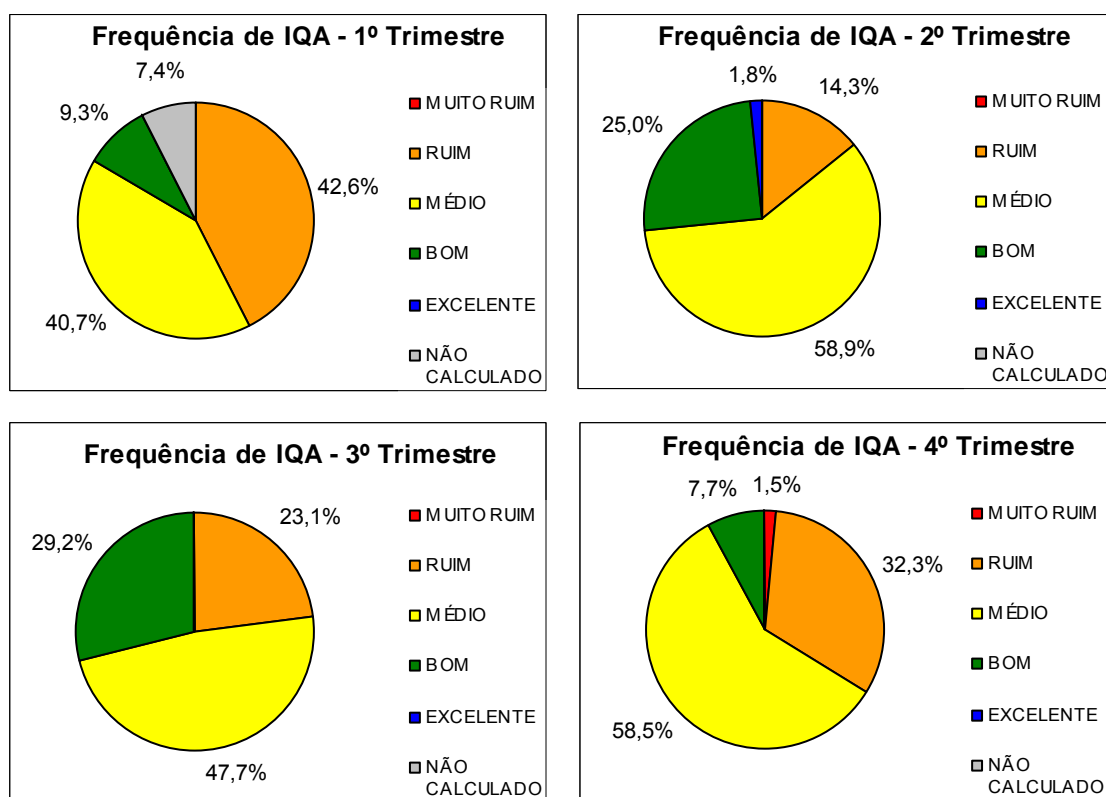
A Figura 8.7 apresenta o Índice de Qualidade das Águas – IQA observado nos quatro trimestres de 2008, no rio Grande e seus afluentes. Observou-se o predomínio do IQA Médio no 2º, 3º e 4º trimestres, com frequência de 58,9%, 47,7% e 58,5%, respectivamente.

Nas amostragens realizadas durante o período de seca, nota-se o aumento da ocorrência de IQA Bom, uma vez que valores correspondentes a essa faixa foram registrados em 25,0% das estações no 2º trimestre e 29,2% no 3º trimestre.

No 1º trimestre, o IQA Ruim prevaleceu em 42,6% das estações, além disso, não foi possível calcular o IQA em 7,4% das estações de amostragem, em razão da perda de informações de coliformes termotolerantes.

No quarto trimestre, observou-se 1,5% de IQA Muito Ruim nas estações da bacia do rio Grande, enquanto que no segundo trimestre observou-se 1,8% de IQA Excelente.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



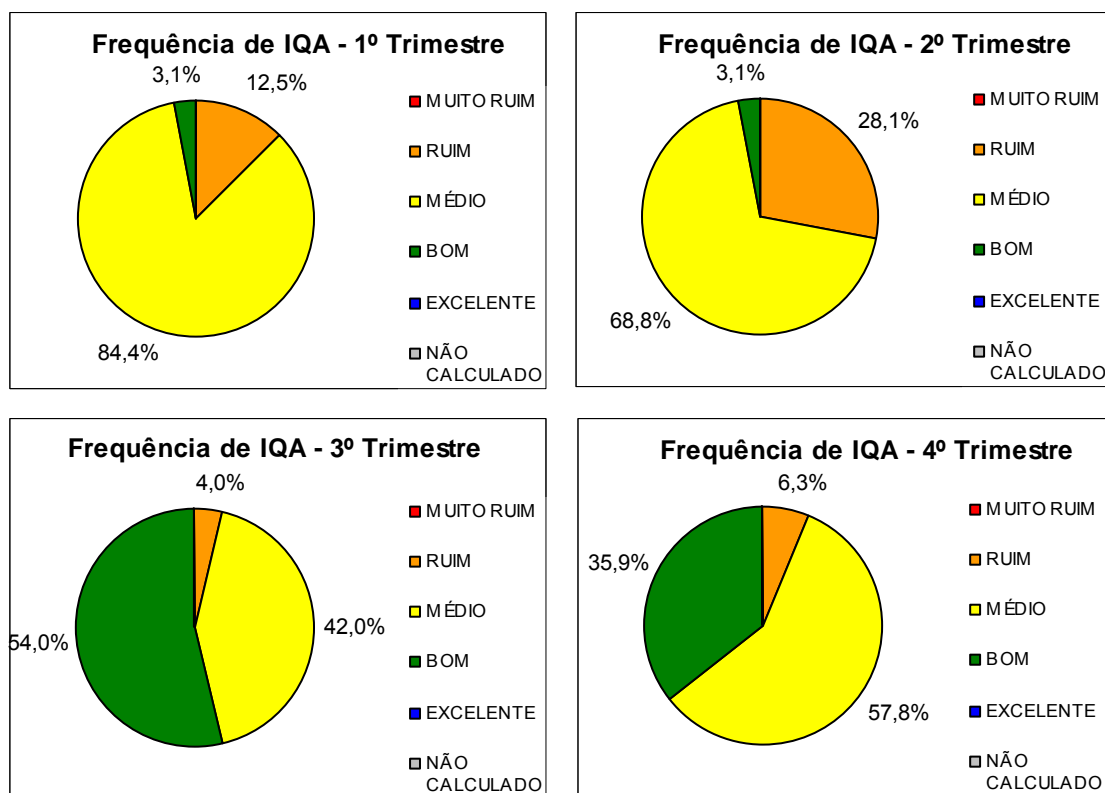
**Figura 8.7:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Grande – UPGRH's GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8, no ano de 2008.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

Na bacia do rio Doce o predomínio de IQA Médio foi constatado no 1º, 2º e 4º trimestres de 2008, ocorrendo, respectivamente, em 84,4%, 68,8% e 57,8% das estações. A maior ocorrência de IQA Ruim foi registrada no 2º trimestre, em 28,1% das estações.

O IQA Bom predominou no 3º trimestre, correspondente ao período de seca, em 54,0% das estações de amostragem, conforme Figura 8.8.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.8:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Doce – UGRH's DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6, no ano de 2008.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

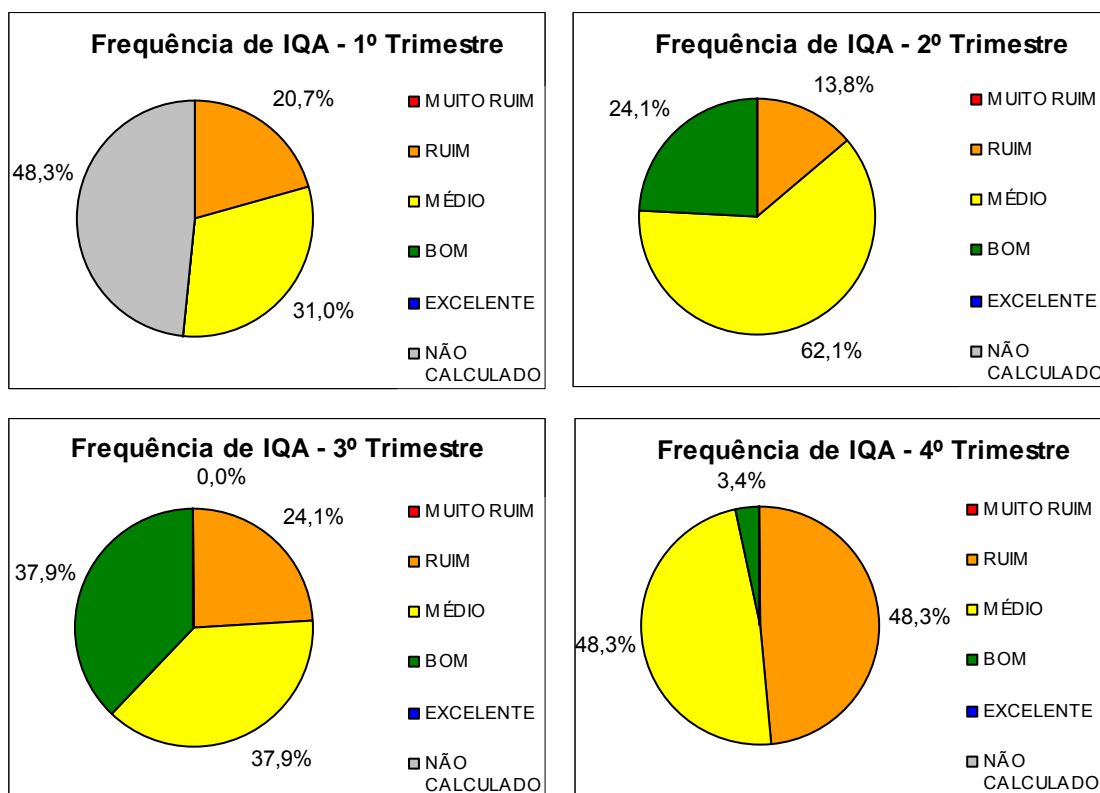
Na bacia do rio Paraíba do Sul observou-se o predomínio do IQA Médio no 1º e 2º Trimestre de 2008, respectivamente, em 31,0% e 62,1% das estações monitoradas. No 1º Trimestre verificou-se que em 48,3% das estações o IQA não foi calculado devido à perda de informações relativas ao parâmetro coliformes termotolerantes.

No 3º trimestre o IQA Bom e Médio prevaleceram, ambos em 37,9% das estações, enquanto que no 4º trimestre, foram os IQA's Médio e Ruim que prevaleceram, ambos em 48,3% das estações.

Observou-se que no período correspondente à seca, 2º e 3º trimestres, o IQA Bom apresenta as maiores ocorrências, respectivamente, 24,1% e 37,9% nas estações monitoradas, conforme Figura 8.9.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



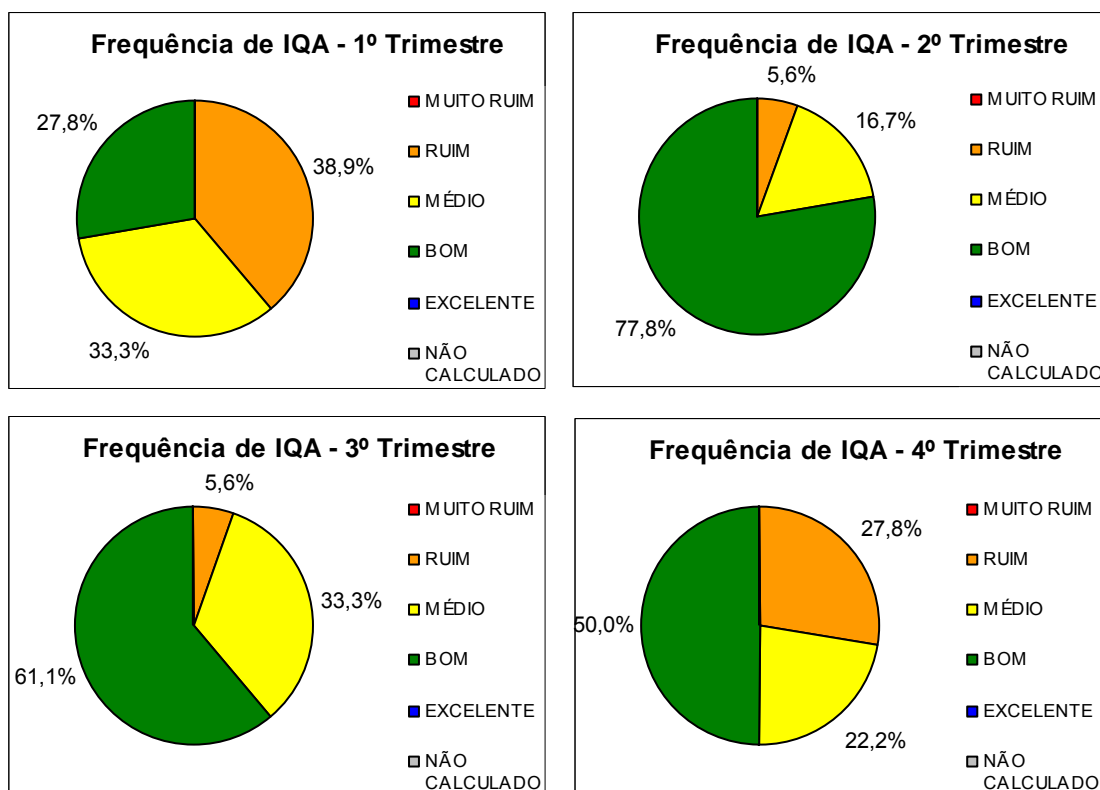
**Figura 8.9:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Paraíba do Sul – UPGRH PS1 e PS2, no ano de 2008.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA

Na Figura 8.10 é apresentada a frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas nas quatro campanhas de monitoramento de 2008, na bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Observou-se a predominância do IQA Bom nas duas campanhas do período seco (2º e 3º trimestres), com 77,8% e 61,1% de frequência, respectivamente, além do 4º trimestre, com 50,0% de frequência.

Por outro lado, o IQA Ruim prevaleceu em 38,9% das estações no 1º trimestre. Ressalta-se que não foi registrada nenhuma ocorrência de IQA Muito Ruim ao longo de todo o período de monitoramento nessa bacia hidrográfica.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



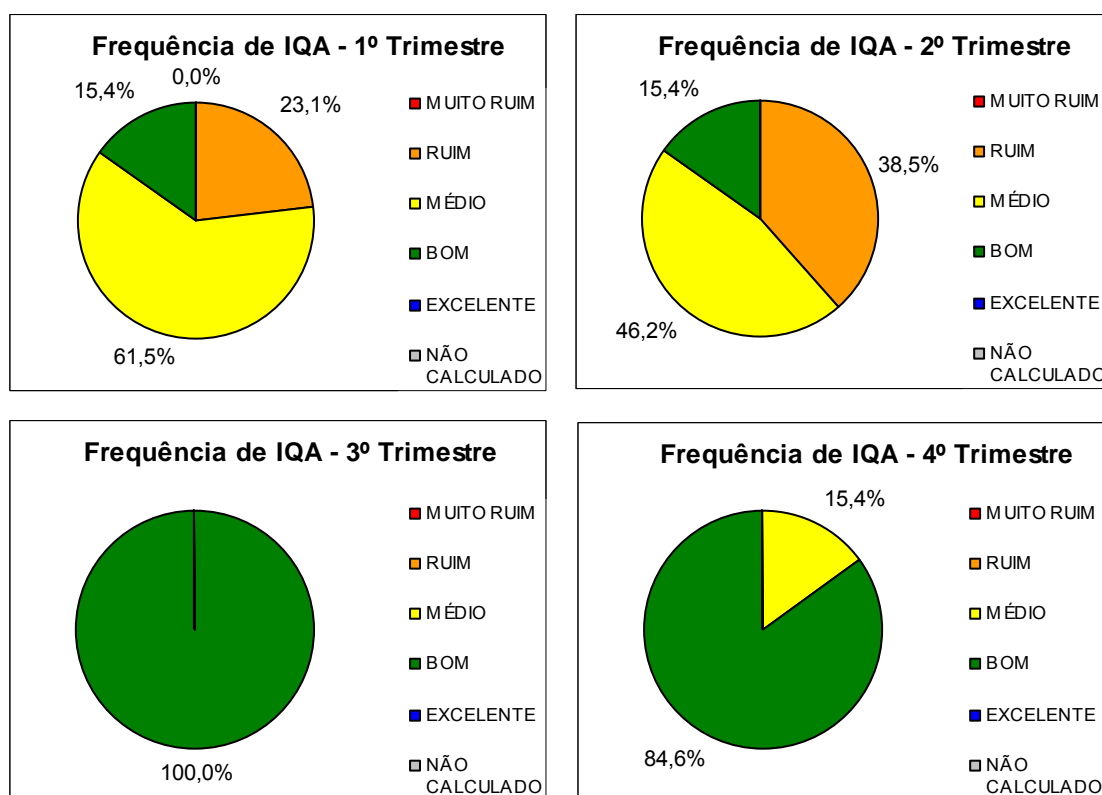
**Figura 8.10:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Paranaíba – UPGRH's PN1, PN2 e PN3, no ano de 2008.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA

Na bacia do rio Jequitinhonha o IQA Bom ocorreu em 100,0% e 84,6% das estações no 3º e 4º trimestres de 2008, respectivamente.

O IQA Médio apresentou 61,5% e 46,2% de frequência no 1º e 2º trimestres. Observou-se ainda no 2º trimestre, frequência de 38,5% de IQA Ruim nas estações monitoradas na bacia do rio Jequitinhonha, como mostra a Figura 8.11.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



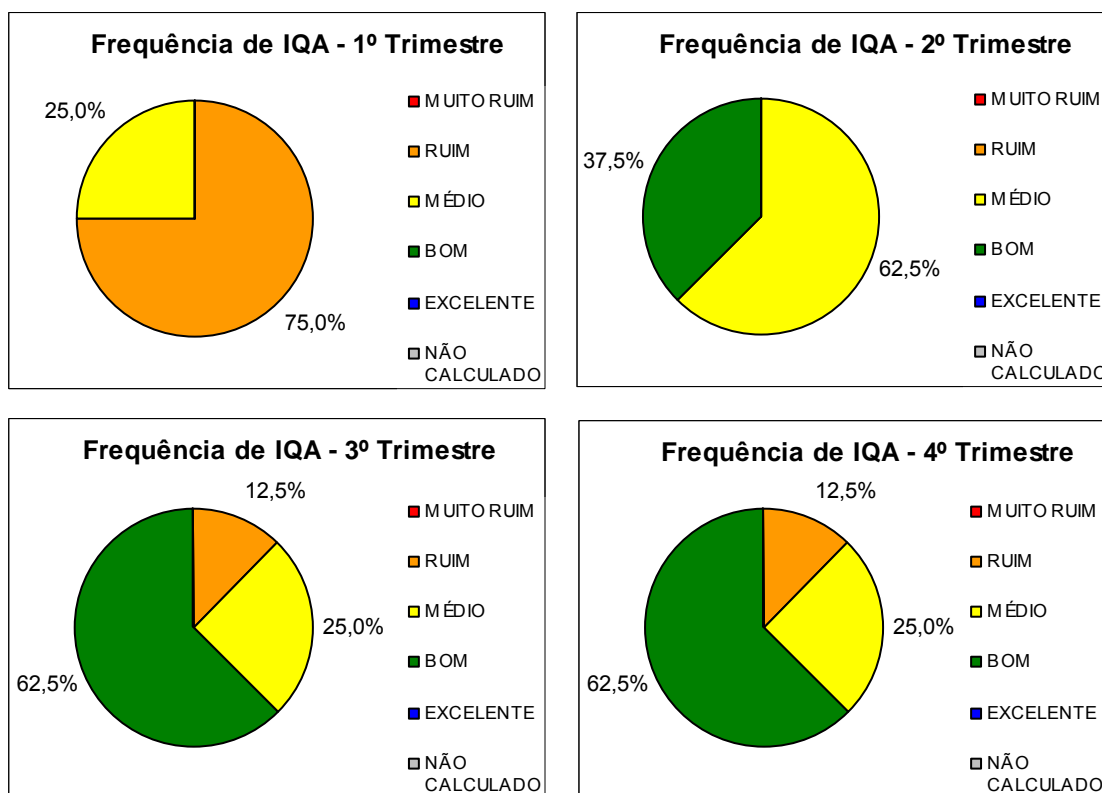
**Figura 8.11:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Jequitinhonha – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI

A Figura 8.12 apresenta o Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Mucuri nas quatro campanhas de monitoramento realizadas em 2008. O IQA Médio predominou nessa bacia no 2º trimestre, ocorrendo em 62,5% das estações.

Foi observada a predominância de IQA Bom no 3º e 4º trimestres, com 62,5% de frequência em ambas as campanhas. No 1º trimestre o IQA predominante foi o Ruim, com 75,0% de frequência nas estações monitoradas nesta bacia.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



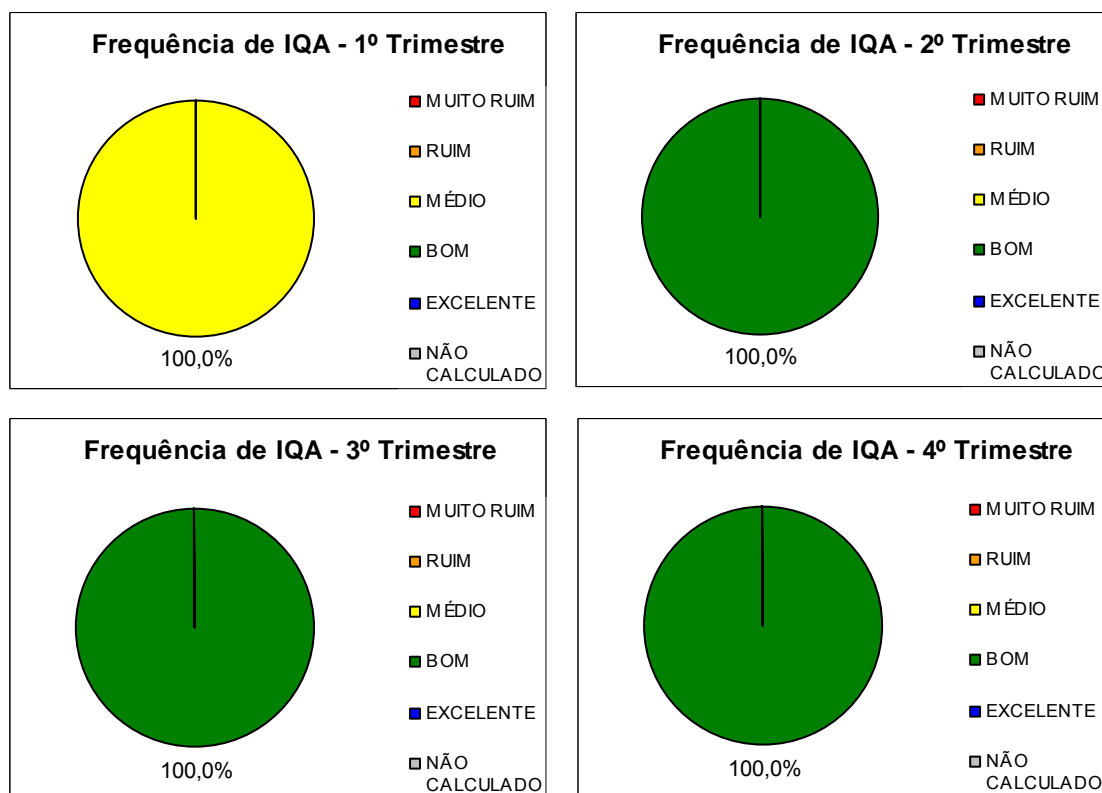
**Figura 8.12:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Mucuri – UPGRH MU1.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO

A Figura 8.13 apresenta o Índice de Qualidade das Águas para a bacia hidrográfica do rio Pardo. Observou-se o predomínio absoluto do IQA Médio no 1º trimestre de 2008, ocorrendo em 100% das estações de amostragem, assim como em 2007.

O IQA Bom apresentou aumento considerável de sua ocorrência na bacia do rio Pardo em 2008, apresentando 100% de frequência nas estações de monitoramento no 2º, 3º e 4º trimestres.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

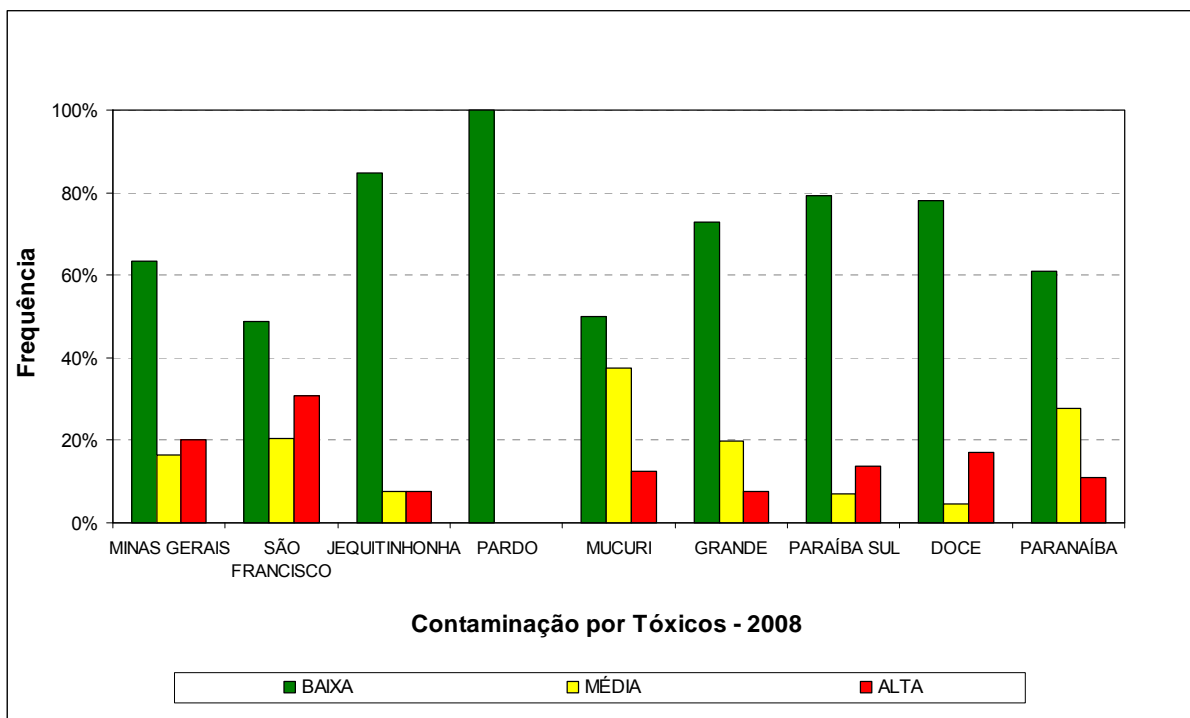


**Figura 8.13:** Frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do rio Pardo – UPGRH PA1.

### 8.2 CT – Contaminação por Tóxicos nas Bacias Hidrográficas

Nas bacias hidrográficas monitoradas em 2008, pôde-se verificar uma pequena piora em relação à Contaminação por Tóxicos comparativamente ao ano de 2007. Entretanto, observa-se de forma geral o predomínio da Contaminação por Tóxicos Baixa nas bacias monitoradas em Minas Gerais em 2008, destacando que na bacia do rio Pardo 100% do registros foram relativos à CT Baixa, como mostra a Figura 8.14.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

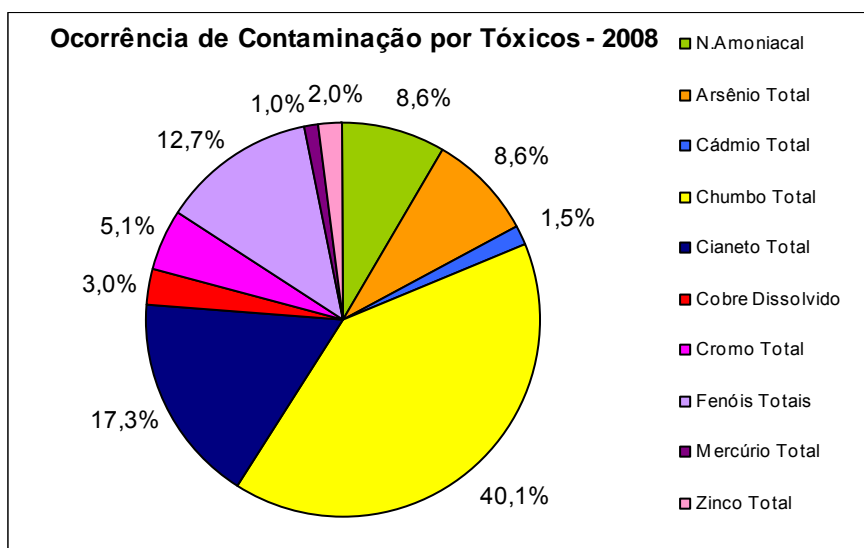


**Figura 8.14:** Freqüência de ocorrência de Contaminação por Tóxicos no estado de Minas Gerais, no ano de 2008.

Analisando-se a Figura 8.15 pode-se perceber que o chumbo total foi a substância tóxica que apresentou as maiores ocorrências em desconformidade com a legislação em todo o estado de Minas Gerais em 2008, quando cerca de 40,1% das análises desse parâmetro não atenderam aos limites das classes de enquadramento dos corpos de água monitorados. Em 2007, a freqüência de chumbo total no Estado foi de 22,7% de ocorrência em desconformidade em relação aos limites. Deve-se, portanto, ressaltar que até 2007 eram consideradas como violações apenas as ocorrências acima de 20% do limite legal, enquanto que em 2008 passou-se a desconsiderar esta faixa de tolerância.

Destacam-se também as ocorrências do parâmetro cianeto total, com 17,3% de ocorrência. Vale destacar, ainda, os parâmetros fenóis totais, nitrogênio amoniacal total e arsênio total, que apresentaram, respectivamente, 12,7%, 8,6% e 8,6%, de ocorrências em desconformidade com os limites estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM/CERH N° 01/08.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



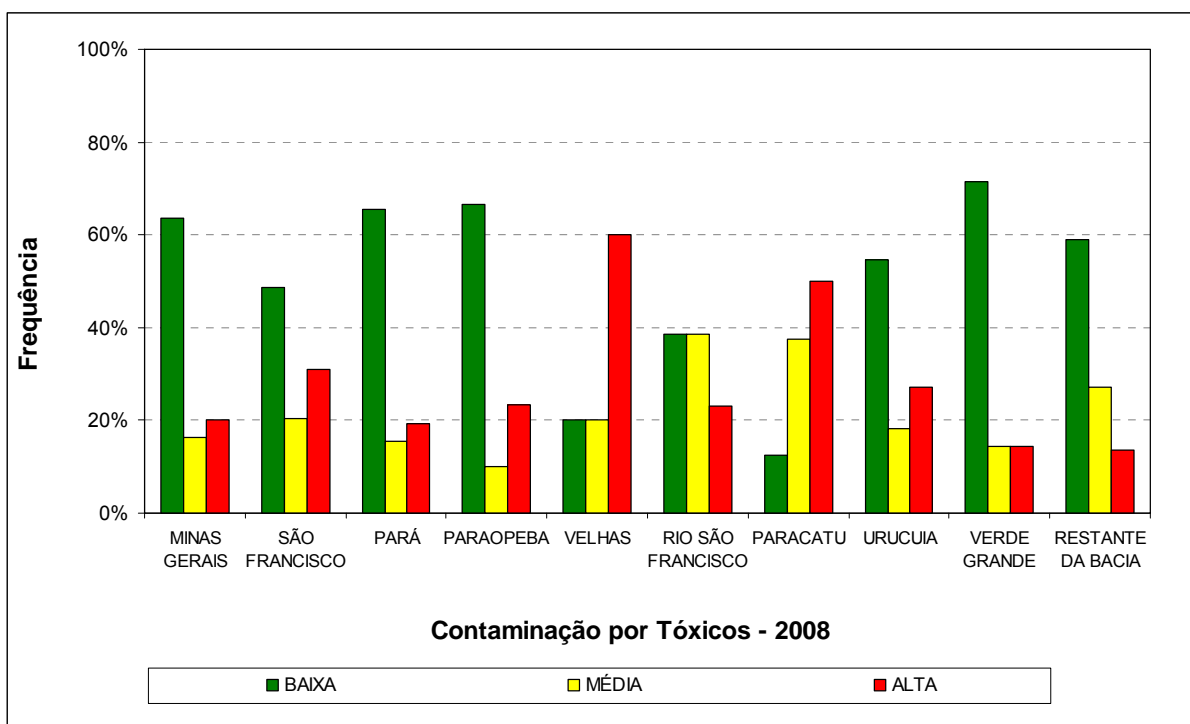
**Figura 8.15:** Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no estado de Minas Gerais, no ano de 2008.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Na bacia do rio São Francisco houve aumento de CT Alta, de 15% em 2007 para 31% de frequência em 2008, prevalecendo a condição de CT Baixa na maioria das sub-bacias nesse ano.

Nas sub-bacias Velhas e Paracatu, a CT Alta prevaleceu respectivamente, em 60,0% e 50,0% das estações monitoradas, conforme Figura 8.16.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.16:** Frequência de ocorrência de Contaminação por Tóxicos nas sub-bacias do rio São Francisco, no ano de 2008.

A seguir destacam a contribuição dos parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos nas faixas Média e Alta em cada sub-bacia do rio São Francisco em 2008.

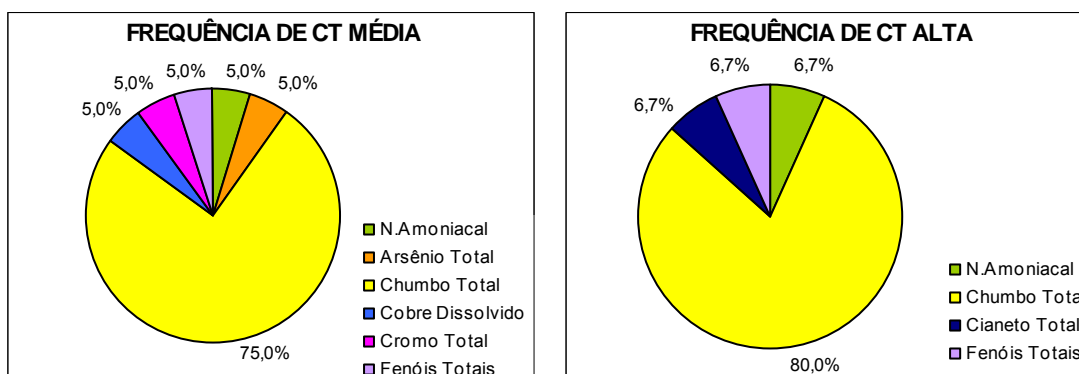
### Rio São Francisco e afluentes

No rio São Francisco e seus afluentes, houve aumento das ocorrências de CT Média entre 2007 e 2008, com os percentuais variando de 15,4% para 38,5%. O parâmetro que mais contribuiu para a CT Média em 2008 foi o chumbo total, que violou os limites legais em 75,0% das estações.

As ocorrências de CT Alta, também mostraram um aumento, variando de 15,4% em 2007 para 23,1% em 2008. O parâmetro chumbo total foi o que mais contribuiu para a CT Alta em 2008, ficando fora dos limites legais em 80,0% das estações monitoradas, como mostra a Figura 8.17.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



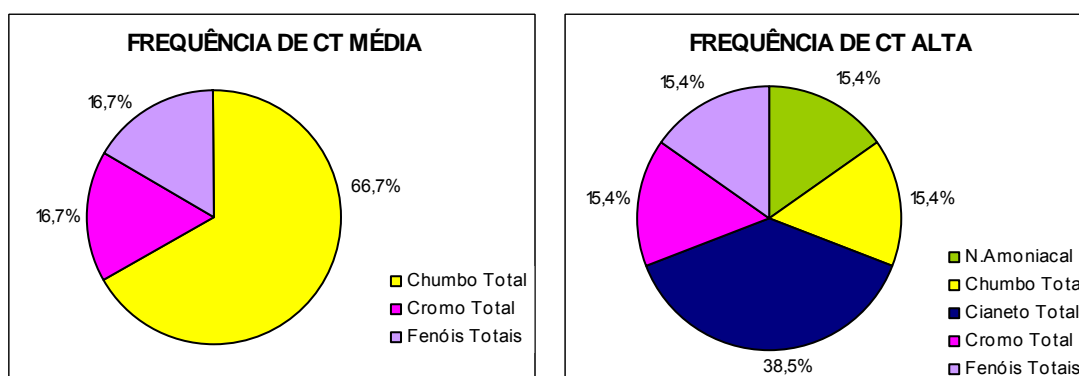
**Figura 8.17:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRHs SF1, SF4, SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.

### Sub-bacia do rio Pará

Na sub-bacia do rio Pará, as frequências de CT Média e Alta aumentaram, respectivamente, de 8% em 2007 para 15,4% em 2008, e de 8% em 2007 para 19,2% em 2008 nas estações amostradas.

Dentre as estações que registraram frequência de CT Média, o parâmetro chumbo total foi responsável por 66,7% das ocorrências, enquanto os parâmetros fenóis totais e cromo total foram responsáveis, ambos por 16,7% das ocorrências.

Em relação aos registros da frequência de CT Alta, o parâmetro cianeto total registrou 38,5% de ocorrências nas estações de monitoramento na sub-bacia do rio Pará em 2008, enquanto que nitrogênio amoniacal, chumbo total, cromo total e fenóis totais registraram, cada um deles 15,4% de ocorrências, conforme Figura 8.18.



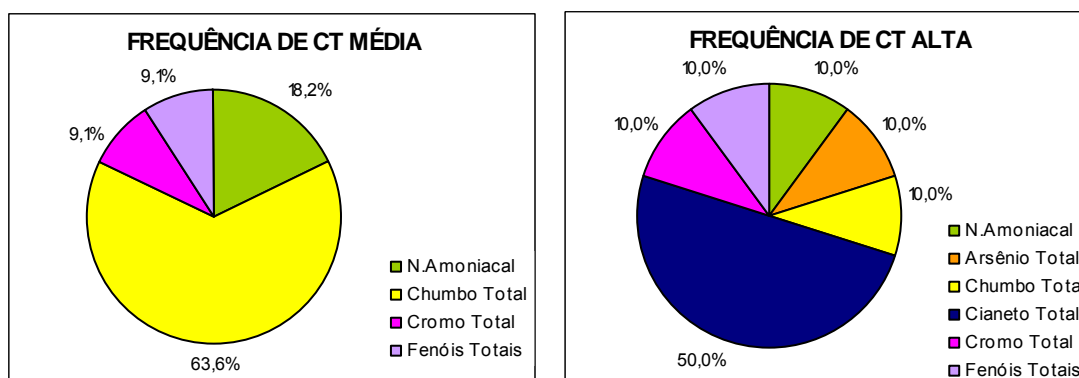
**Figura 8.18:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRH SF2.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### Sub-bacia do rio Paraopeba

Na sub-bacia do rio Paraopeba verificou-se redução na ocorrência da CT Média de 23,3% em 2007 para 10,0% em 2008. Por outro lado, a frequência da CT Alta aumentou de 6,7% em 2007 para 23,3% em 2008. Os parâmetros chumbo total e nitrogênio amoniacal foram os principais responsáveis pela CT Média em 2008, contribuindo respectivamente com 63,6% e 18,2% das ocorrências.

As ocorrências de CT Alta se deveram principalmente ao cianeto total, que registrou 50,0% de frequência nas estações de monitoramento da sub-bacia do rio Paraopeba em 2008, como mostra a Figura 8.19.



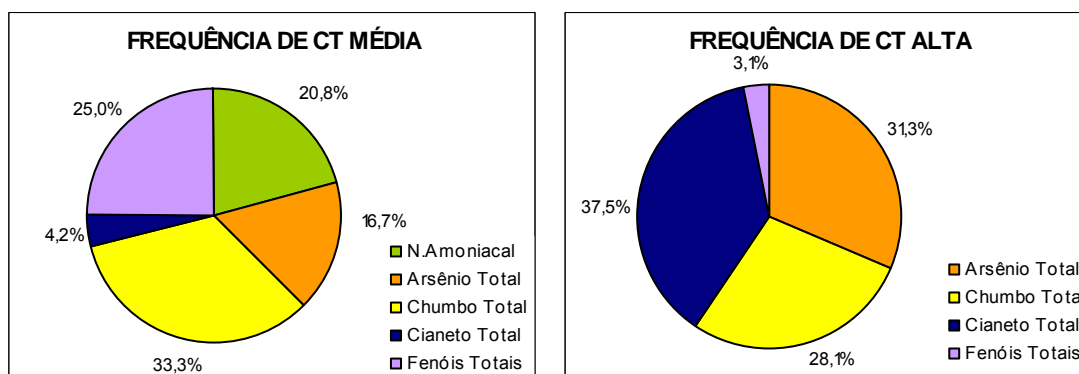
**Figura 8.19:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRH SF3.

### Sub-bacia do rio das Velhas

Na sub-bacia do rio das Velhas observou-se o aumento da CT Alta de 36,4% em 2007 para 60,0% em 2008, enquanto a frequência de CT Média reduziu de 24,2% em 2007 para 20,0% em 2008. Os parâmetros chumbo total e fenóis totais foram responsáveis, respectivamente, por 33,3% e 25,0% das ocorrências de Contaminação por Tóxicos Média em 2008.

Cianeto total e arsênio total foram os principais responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta em 2008, com frequências de ocorrências de 37,5% e 31,3%, respectivamente, conforme Figura 8.20.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



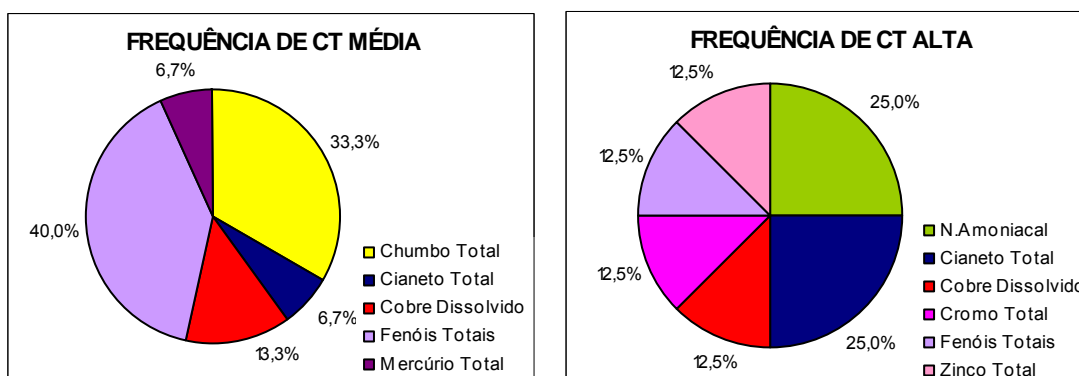
**Figura 8.20:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRH SF5.

A seguir destaca-se a contribuição dos parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos nas faixas Média e Alta nas demais bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, em 2008.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

Em 2008, a bacia do rio Grande apresentou aumento de 3% da CT Média e 4% da CT Alta, em relação ao ano de 2007. Os parâmetros chumbo total e fenóis totais foram os que mais contribuíram para a CT Média em 2008, com uma frequência de 33,3% e 40,0%, respectivamente.

Os parâmetros nitrogênio amoniacal e cianeto total foram os maiores responsáveis pela CT Alta, com cerca de 25% de frequência em ambos, como mostra a Figura 8.21.



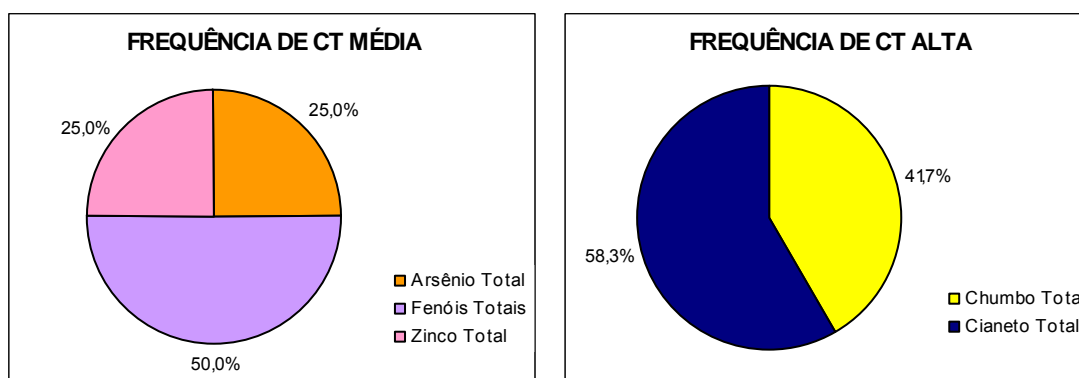
**Figura 8.21:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

Na bacia do rio Doce, houve diminuição da frequência de CT Média de 9,4% em 2007 para 4,7% em 2008 nas estações amostradas. Houve, ainda, aumento da frequência de CT Alta, de 12,5% em 2007 para 17,2% em 2008.

Ainda nessa bacia, o parâmetro fenóis totais foi o maior responsável pela CT Média em 2008, apresentando frequência de 50,0% nas estações monitoradas. Em relação aos registros da frequência de CT Alta, os parâmetros cianeto total e chumbo total corresponderam, respectivamente, a 58,3% e 41,7% das ocorrências, conforme Figura 8.22.



**Figura 8.22:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6.

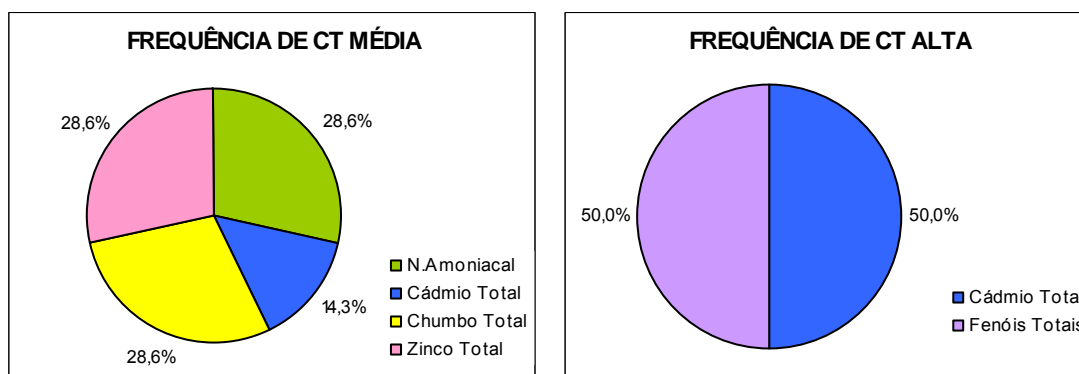
### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Na bacia do rio Paraíba do Sul, a frequência de CT Alta diminuiu de 20,7% em 2007 para 13,8% em 2008 nas estações amostradas. Em relação à CT Média, houve também diminuição da frequência de 10,3% em 2007 para 6,9% em 2008.

Em 2008, na bacia do rio Paraíba do Sul foi registrada a ocorrência de Contaminação por Tóxicos Média, principalmente, em função dos parâmetros zinco total, nitrogênio amoniacal e chumbo total, cada um deles apresentando 28,6% de frequência.

Os parâmetros cádmio total e fenóis totais apresentaram, ambos 50,0% das ocorrências, sendo responsáveis pela CT Alta, como mostra a Figura 8.23.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



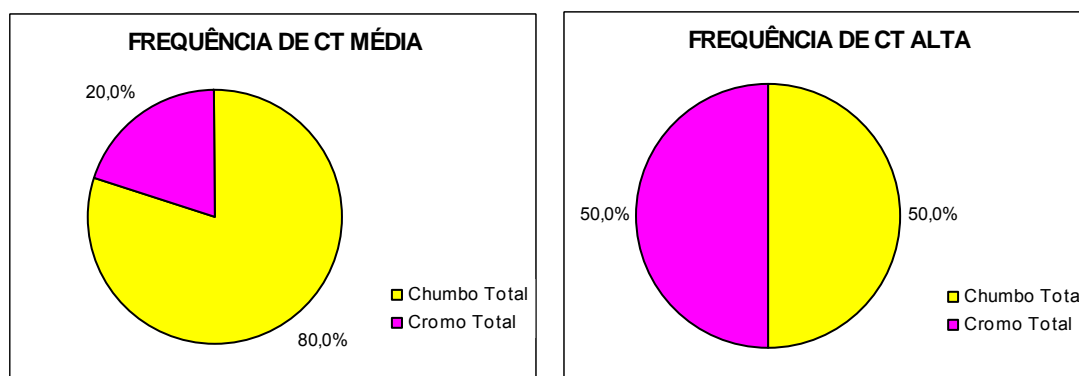
**Figura 8.23:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média no ano de 2008 – UPGRHs PS1 e PS2.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA

Na bacia do rio Paranaíba, a CT Alta que não foi detectada em 2007, apresentou frequência de 11,1% nas estações de monitoramento em 2008. Houve aumento de CT Média de 11,1% em 2007 para 27,8% em 2008.

Os parâmetros que influenciaram a CT Média em 2008 foram cromo total e chumbo total, com frequência de 20,0% e 80,0% de ocorrências, respectivamente, conforme Figura 8.24.

Cromo total e chumbo total também influenciaram a CT Alta, ambos com frequência de 50% nas estações de monitoramento na bacia do rio Paranaíba em 2008.



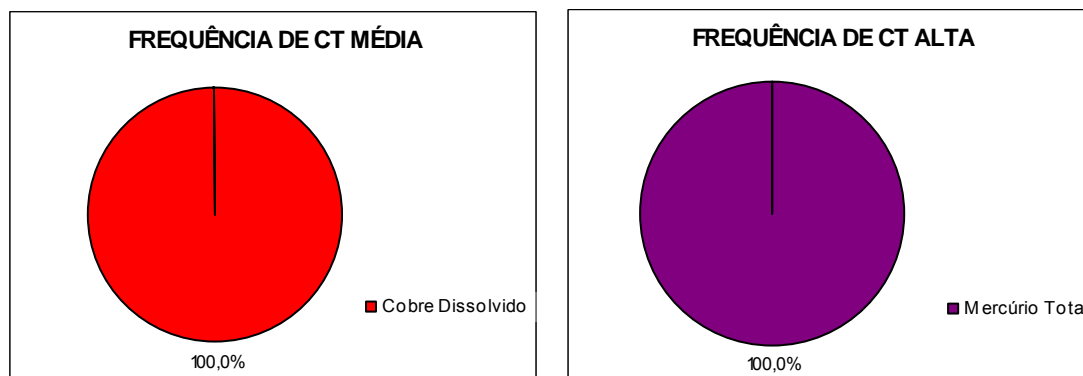
**Figura 8.24:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta no ano de 2008 – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA

Na bacia do rio Jequitinhonha, no ano de 2008, observou-se frequência de 7,7% de ocorrência de Contaminação por Tóxicos Média, diferente de 2007 quando não houve nenhum registro de contaminante nessa faixa. A CT Alta diminuiu de 15,4% em 2007 para 7,7% em 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Os parâmetros cobre dissolvido e mercúrio total foram responsáveis, ambos por 100,0% das ocorrências, de CT Média e Alta em 2008, respectivamente, e estão representados na Figura 8.25.



**Figura 8.25:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta no ano de 2008 – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO

Na bacia do rio Pardo não foram observadas ocorrências de CT Média ou Alta no ano de 2008, assim como no ano anterior.

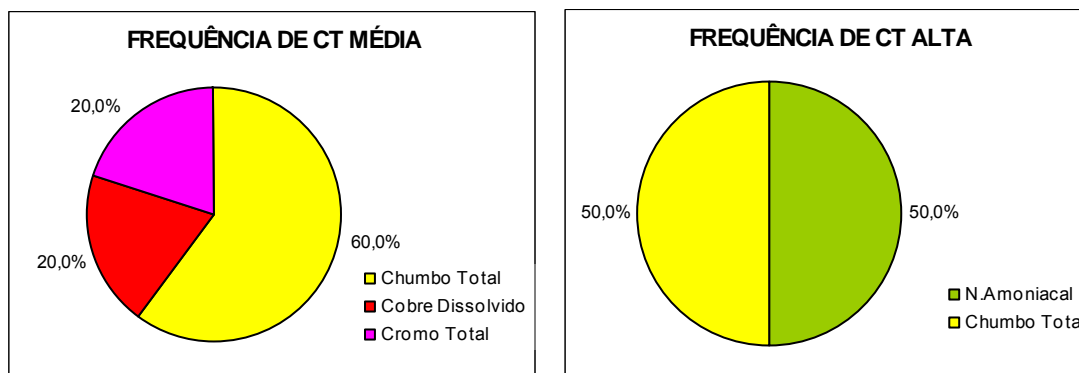
### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI

As ocorrências de Contaminação por Tóxicos Média e Alta na bacia do rio Mucuri aumentaram, respectivamente, de 0% em 2007 para 37,5% em 2008, e de 0% em 2007 para 12,5% em 2008.

O parâmetro chumbo total foi o principal responsável pela frequência de CT Média na bacia do rio Mucuri em 2008, com 60,0% de ocorrência nas estações de monitoramento.

Nitrogênio amoniacal e chumbo total foram os responsáveis pela CT Alta, cada um apresentando 50,0% de ocorrência, como pode ser observado na Figura 8.26.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.26:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta no ano de 2008 – UPGRH MU1.

### 8.3 Parâmetros em desacordo com a legislação

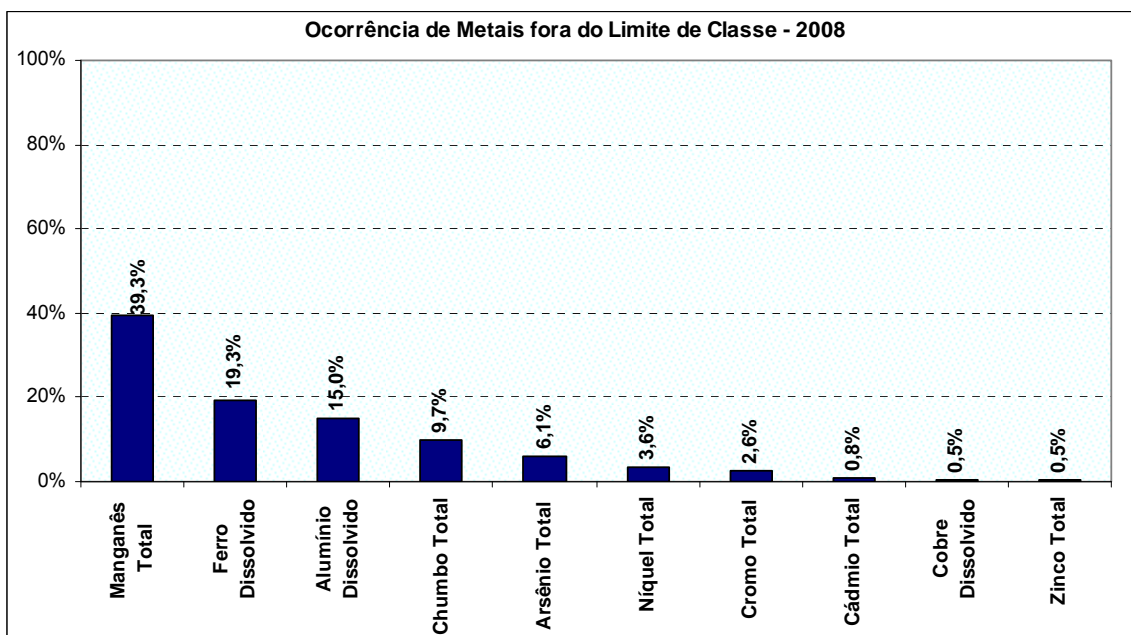
#### 8.3.1 No estado de Minas Gerais

Na Figura 8.27 pode-se observar a ocorrência de metais em desconformidade com os limites estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/08 no estado de Minas Gerais em 2008. O parâmetro manganês total permanece apresentando as maiores frequências de desconformidades no Estado, totalizando 39,3% das ocorrências, aumento de 3% em relação ao ano de 2007.

O metal ferro dissolvido vem em seguida, com redução de 8,4% nas ocorrências de desconformidades em relação a 2007, totalizando 19,3% das ocorrências em 2008. Merece destaque também o parâmetro alumínio dissolvido, que em 2008 totalizou 15,0% das ocorrências em desconformidade com os limites permitidos pela legislação, redução de 6,5% em relação a 2007. Esses metais são importantes constituintes da camada de substratos dos solos no estado de Minas Gerais, podendo assim ser considerados constituintes naturais das águas das bacias hidrográficas do território mineiro.

A frequência constante e elevada das concentrações desses parâmetros em Minas Gerais pode estar relacionada às atividades do setor minerário e metalúrgico, além do manejo inadequado dos solos sem os devidos cuidados para preservação da vida aquática.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.27:** Frequência da ocorrência de metais fora dos limites estabelecidos na legislação no estado de Minas Gerais, em 2008.

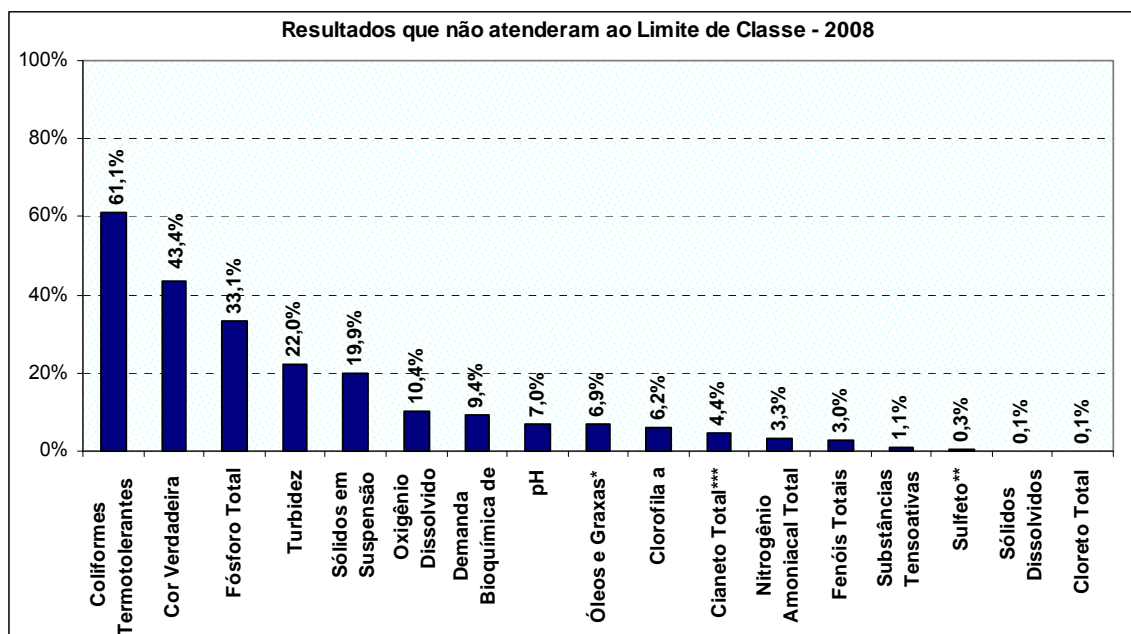


## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Em relação aos demais parâmetros monitorados, pode-se observar pela Figura 8.28, que a contagem de coliformes termotolerantes permanece apresentando a maior frequência de desconformidades no estado de Minas Gerais, totalizando 61,1% das ocorrências em 2008.

Ressalta-se o aumento das ocorrências do parâmetro cor verdadeira em 2008, que totalizou 43,4% das ocorrências no Estado. Vale destacar ainda, as frequências dos parâmetros fósforo total e turbidez, com 33,1% e 22,0% das ocorrências, respectivamente.

As desconformidades em relação aos limites legais dos parâmetros citados acima, em Minas Gerais, podem estar relacionadas aos lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais nos corpos de água, além do manejo inadequado do solo causado, sobretudo, pelo uso de fertilizantes nas áreas agrícolas do Estado.



\* Considerou-se como limite: 1mg/L

\*\* Considerou-se como limite: 0,5 mg/L (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* À título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre. Considerou-se como limite para corpos de água de Classe 1 e 2, o valor de 0,01 mg/L ( Limite de detecção do método analítico).

**Figura 8.28:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação no estado de Minas Gerais, em 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 8.3.2 Nas bacias hidrográficas

Os parâmetros que estiveram em desconformidade com os limites de classe de enquadramento nas bacias hidrográficas de Minas Gerais em 2008 são mostrados nas Figuras 8.29 a 8.39.

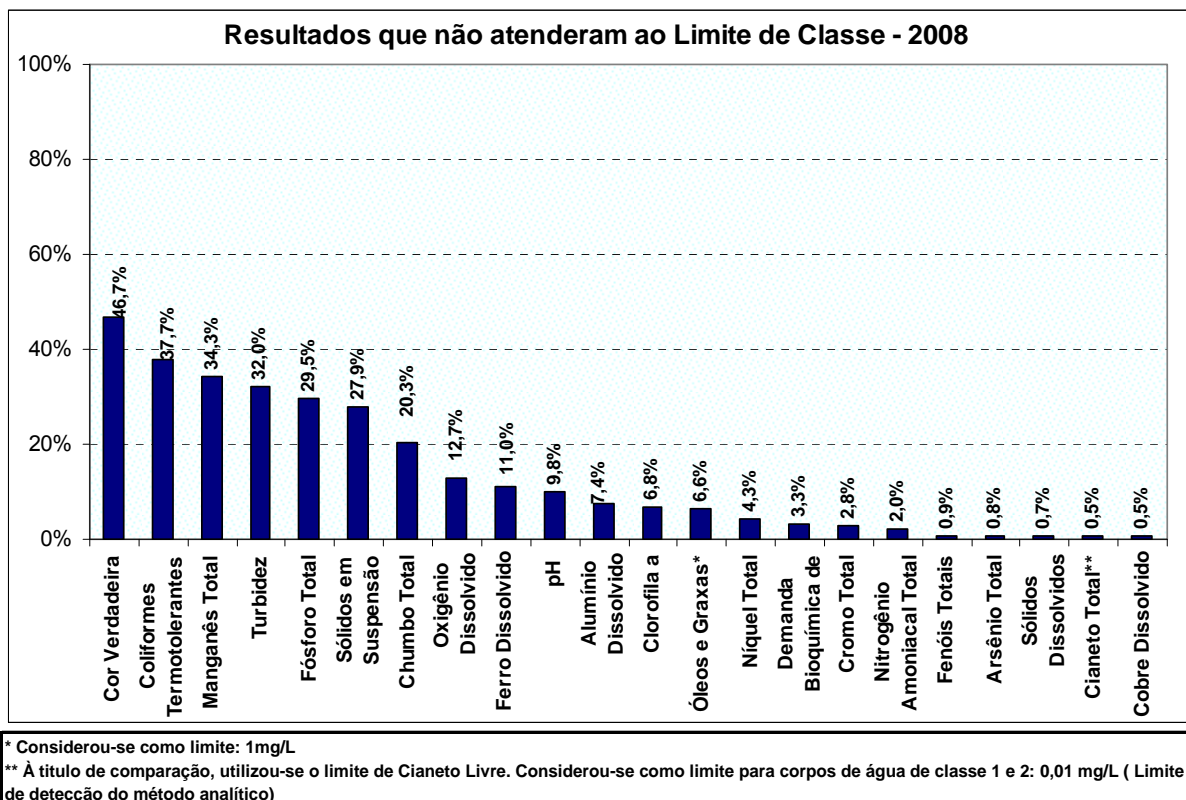
O parâmetro coliformes termotolerantes apresentou as maiores ocorrências, predominando na maioria das bacias mineiras em 2008, como por exemplo, na bacia do rio Paraíba do Sul (Figura 8.35).

Nas bacias dos rios São Francisco e afluentes, Paranaíba, Jequitinhonha, Mucuri e Pardo predominaram as ocorrências do parâmetro cor verdadeira (Figuras 8.29, 8.36, 8.37, 8.38 e 8.39, respectivamente).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

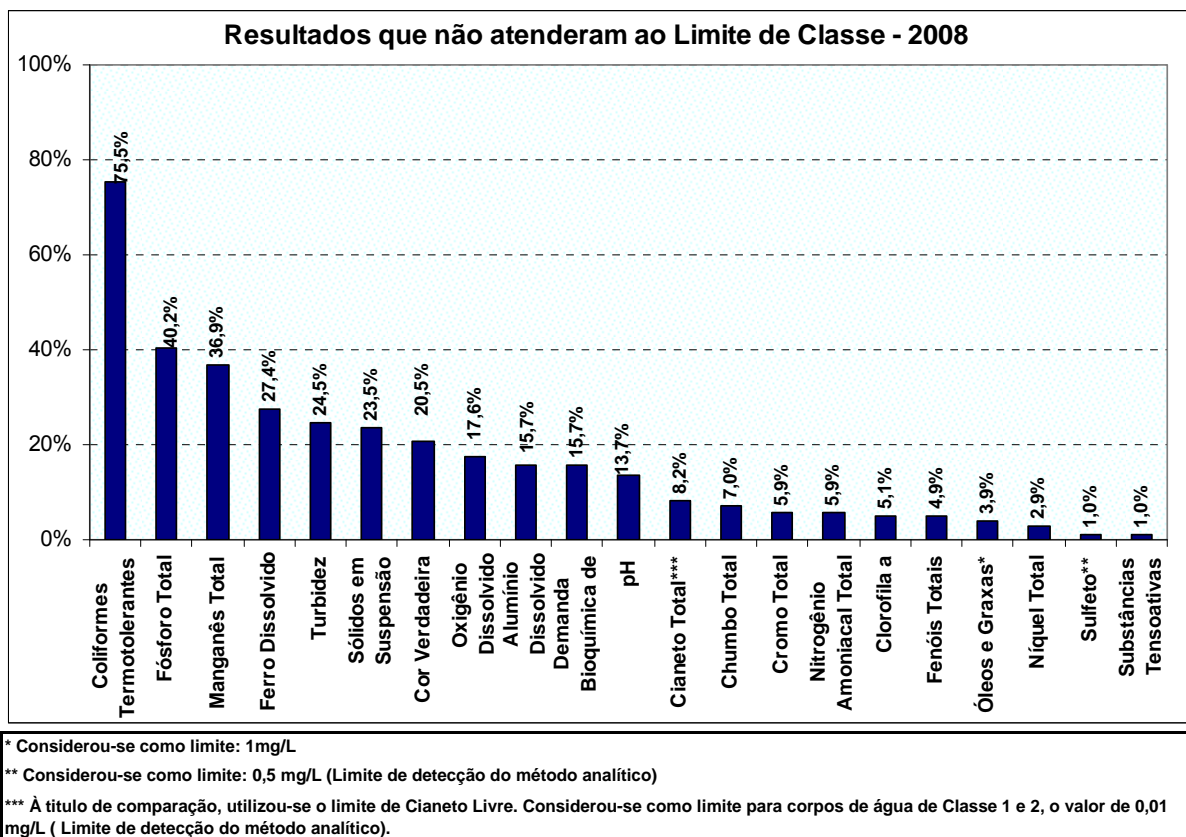
#### Rio São Francisco e afluentes



**Figura 8.29:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRHs SF1, SF4, SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.

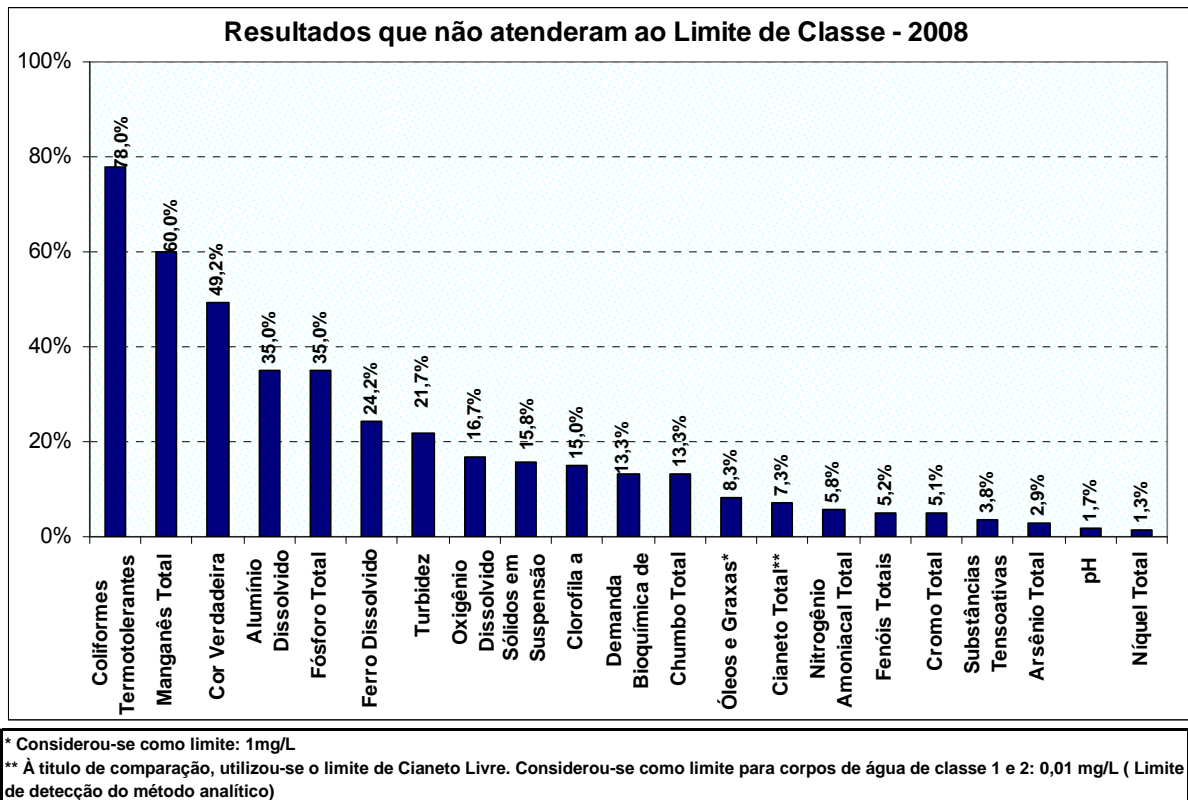
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### Sub-bacia do rio Pará



**Figura 8.30:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH SF2.

## Sub-bacia do rio Paraopeba



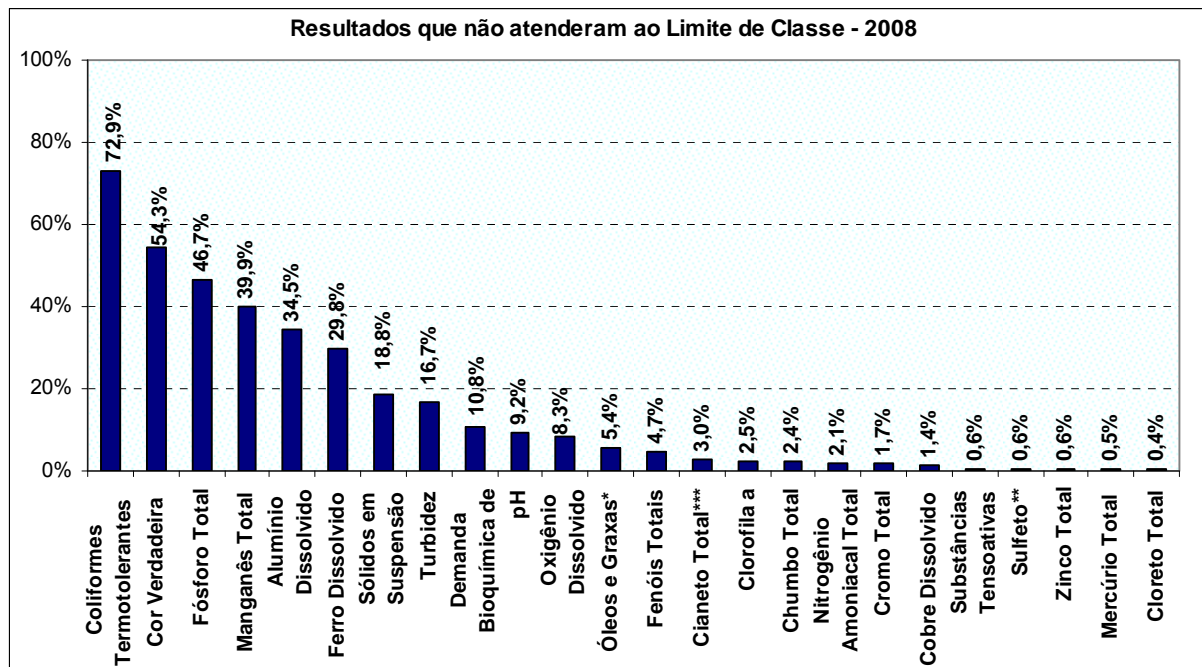
**Figura 8.31:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH SF3.

## Sub-bacia do rio das Velhas



**Figura 8.32:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH SF5.

## BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE



\* Considerou-se como limite: 1mg/L

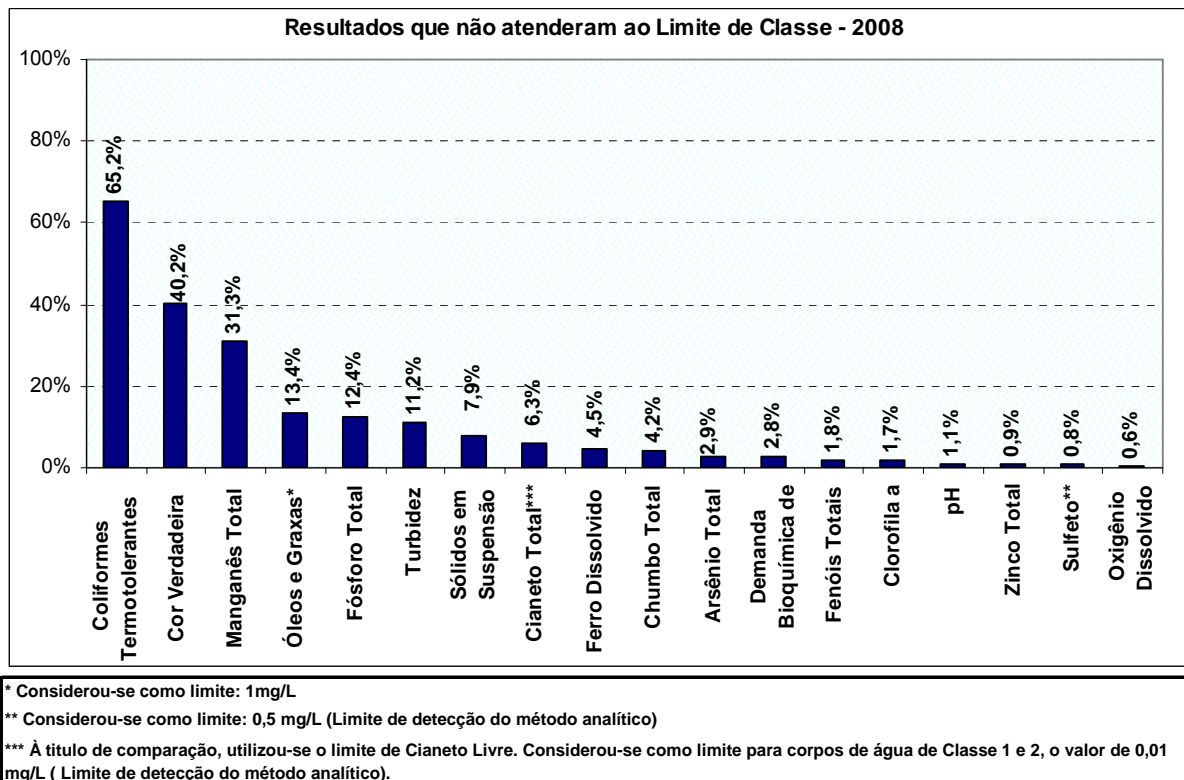
\*\* Considerou-se como limite: 0,5 mg/L (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* À título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre. Considerou-se como limite para corpos de água de Classe 1 e 2, o valor de 0,01 mg/L ( Limite de detecção do método analítico).

**Figura 8.33:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2007 – UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

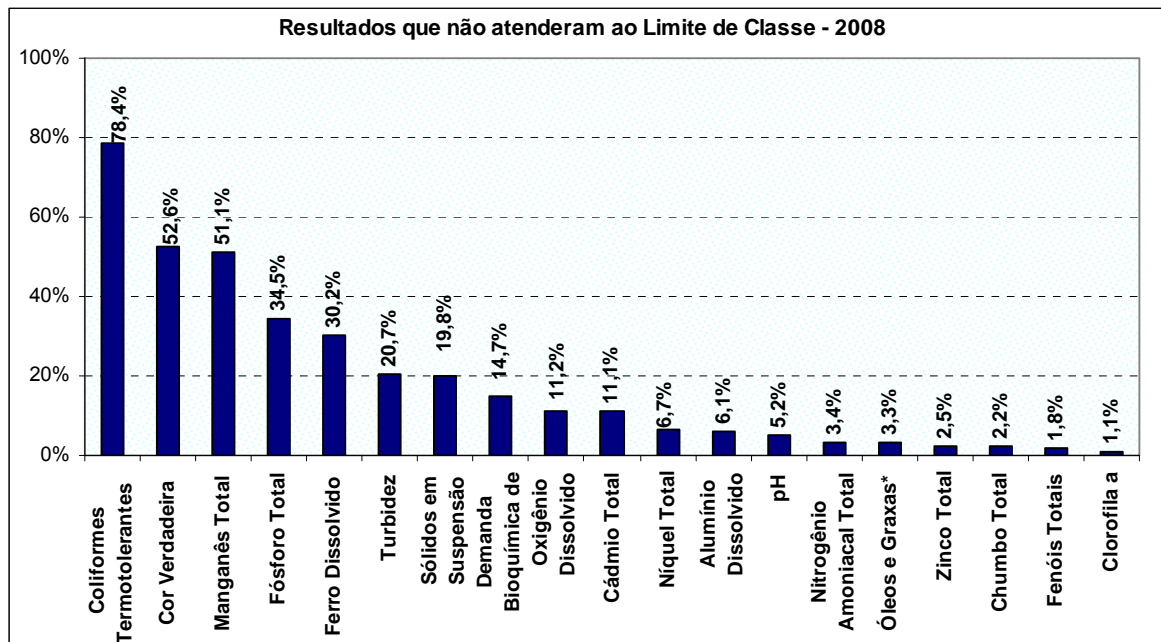
### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE



**Figura 8.34:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPRH DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6.

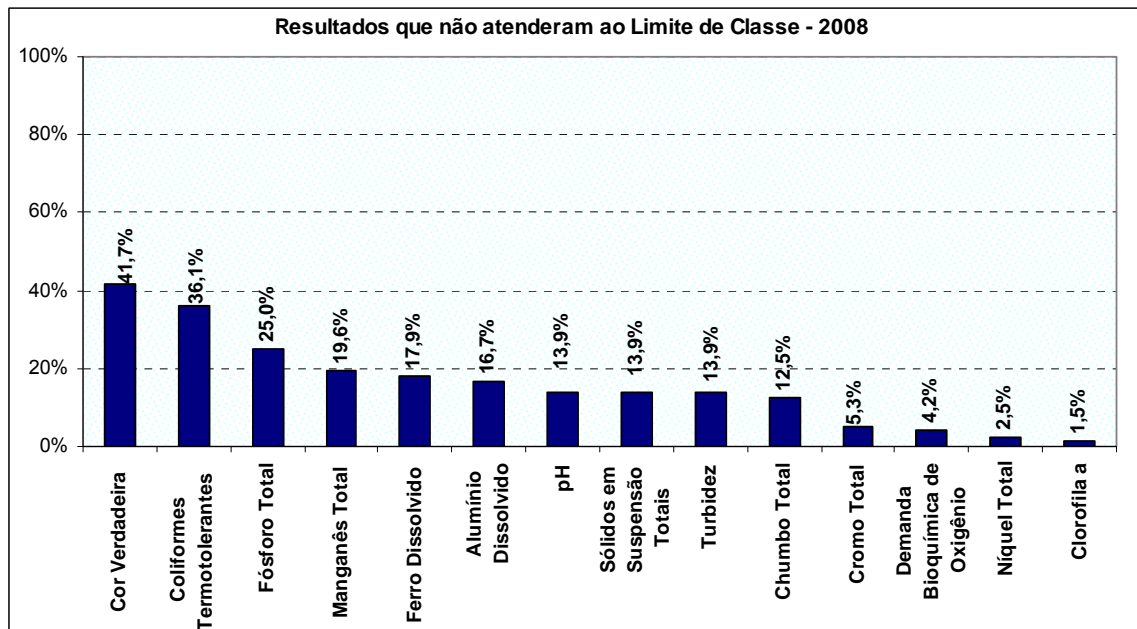


### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL



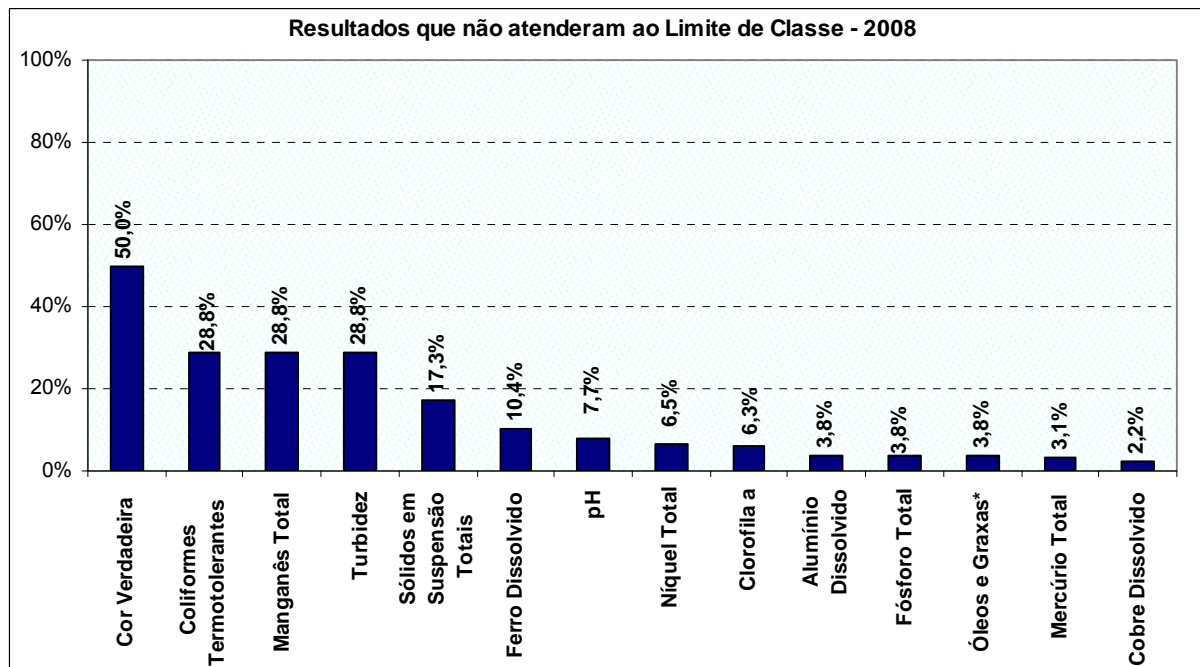
**Figura 8.35:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH PS1 e PS2.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA



**Figura 8.36:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA



\* Considerou-se como limite: 1mg/L

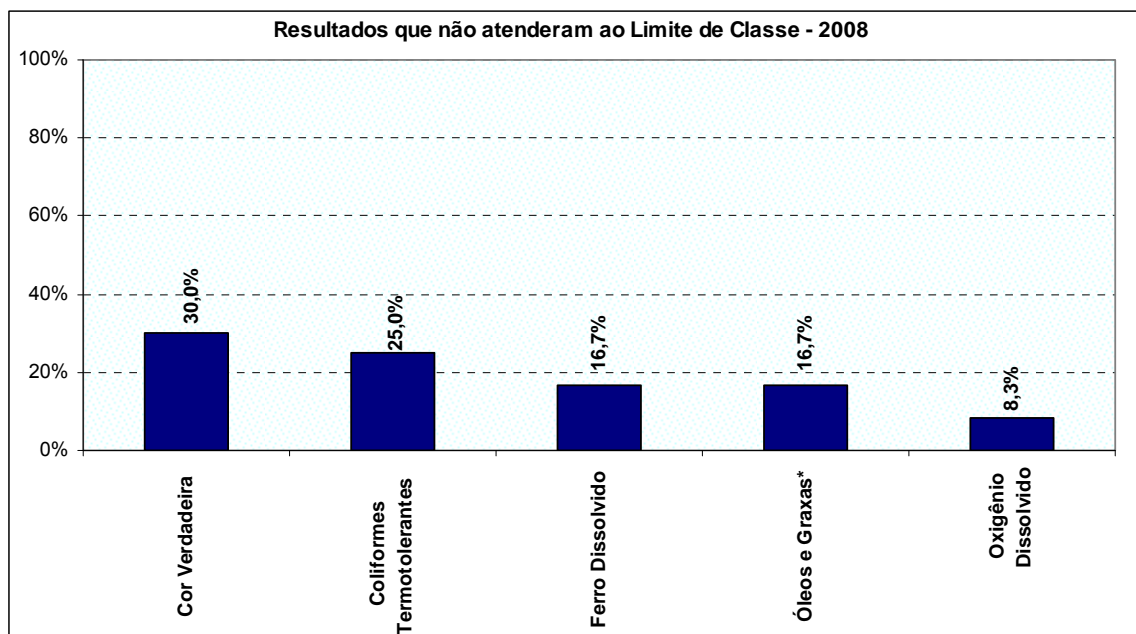
**Figura 8.37:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI



**Figura 8.38:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPRH MU1.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO



**Figura 8.39:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação em 2008 – UPGRH PA1.

#### 8.4 Ensaios de Ecotoxicidade

Com a finalidade de ampliar as informações a respeito das condições ecotoxicológicas dos corpos de água em todo o estado de Minas Gerais, o Projeto Águas de Minas incluiu nove estações de monitoramento de ecotoxicidade a partir da 3ª campanha de amostragem do ano de 2008. No total, estão distribuídas 81 estações por todo o Estado divididas entre as 4 principais bacias a ele pertencentes. A bacia do rio Grande possui no total 32 pontos de monitoramento ecotoxicológico, sendo 3 implantados a partir do terceiro trimestre de 2008. Foram acrescentadas mais 7 estações na bacia do rio São Francisco, totalizando 30. Uma estação foi desconsiderada em relação ao ano anterior. E na bacia do rio Paranaíba, manteve-se as mesmas estações que possuía em 2007 (12 pontos de amostragem). No rio Doce foram implantadas 6 novas estações, totalizando 7 pontos de amostragem.

A distribuição das estações foi determinada, principalmente, em função do uso do solo nas áreas adjacentes, priorizando áreas em que há predominância da agricultura com uso de agroquímicos. No entanto, também foram considerados corpos de água que recebem esgotos industriais e sanitários, bem como rejeitos de mineração.

Nas estações em que se realizaram pelo menos quatro amostragens, as condições de ecotoxicidade foram avaliadas através dos percentuais de ocorrência durante os trimestres amostrados. As estações onde efeitos tóxicos foram identificados em menos de 25% dos ensaios realizados foram caracterizadas como tendo **Baixa** ocorrência de ecotoxicidade; aquelas em que 25,1% a 50% dos ensaios apresentaram resultados positivos foram consideradas com ocorrência **Média** e aquelas estações cuja

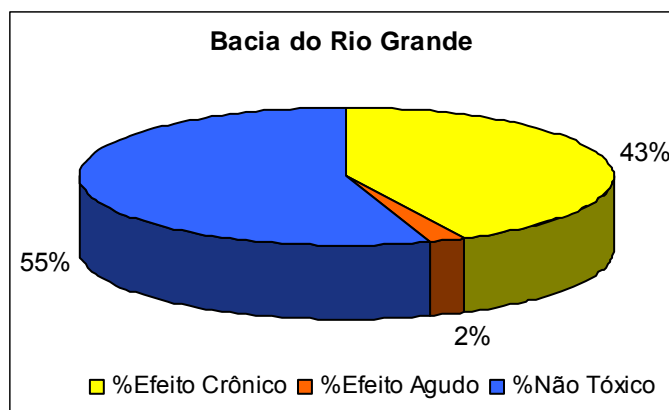
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

porcentagem de resultados positivos foi superior a 50% foram consideradas com **Alta** ocorrência de ecotoxicidade. Para as estações que tiveram a ecotoxicidade avaliada a partir do terceiro trimestre de 2008, estão apresentados os resultados obtidos em cada ensaio. Vale destacar que no Projeto Águas de Minas são realizados testes de ecotoxicidade crônica utilizando o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* como organismo-teste. Os resultados destes testes são divididos em Efeito Agudo (caracterizado pela letalidade ou paralisia do organismo-teste em até 48 horas de exposição), Efeito Crônico (alterações do organismo-teste, através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas, na reprodução, etc., após o período de 48 horas de exposição) e efeito Não Tóxico.

A seguir serão apresentados os resultados referentes aos 900 ensaios de ecotoxicidade crônica realizados nas 81 estações de amostragem monitoradas entre agosto de 2003 e dezembro de 2008, com frequência trimestral.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

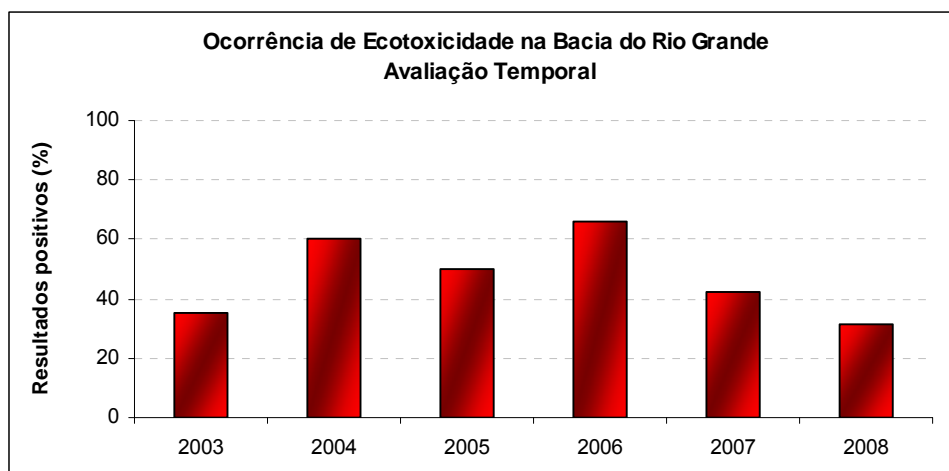
Foram avaliadas, na bacia do rio Grande, 436 amostras, sendo que 427 delas correspondentes às 29 estações monitoradas entre 2003 e 2008 e 9 referentes às 3 novas estações incluídas no 2º trimestre de 2008. Pouco menos da metade (45%) das amostras avaliadas apresentaram propriedades tóxicas, sendo 2% apresentando Efeito Agudo e 43% Efeito Crônico (Fig.8.40).



**Figura 8.40:** Variação dos efeitos de ecotoxicidade crônica na bacia do rio Grande.

Comparando os resultados obtidos a cada ano nas estações amostradas desde 2003, nota-se que, em relação à ecotoxicidade, as piores condições das águas da bacia do rio Grande foram registradas em 2006 quando 66,2% das amostras apresentaram resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica. O ano de 2004 também se destacou pelo fato da maioria das amostras (60,3%) terem apresentado efeitos tóxicos, enquanto as melhores condições ocorreram em 2008, por apresentar efeitos tóxicos em apenas 31,2% das amostras analisadas (Figura 8.41).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.41:** Variação dos percentuais de estações da bacia do rio Grande com resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica, no período de monitoramento.

Dentre as estações implantadas antes de 2008, duas mostraram-se atóxicas, quais sejam: estação localizada no ribeirão da Espera a jusante do lixão da cidade de Varginha (BG067) e a estação localizada no ribeirão Tronqueira a jusante da cidade de Iturama (BG087), Tabela 8.1. Comparando-se os dados obtidos nos anos 2007 e 2008, pode-se observar melhoria nas águas dos seguintes rios:

- Rio Verde na cidade de Soledade de Minas (BG028), onde o percentual de amostras em que se observaram propriedades tóxicas foi reduzido de 52,9% (Alta ocorrência de ecotoxicidade) para 45,5% (Média ocorrência de ecotoxicidade).
- Rio Capivari próximo de sua foz no rio Grande (BG009), onde o percentual de amostras em que se observaram propriedades tóxicas foi reduzido de 66,7% (Alta ocorrência de ecotoxicidade) para 47,6% (Média ocorrência de ecotoxicidade).
- Rio Lambari próximo de sua foz no rio Verde (BG031), onde o percentual de amostras em que se observaram propriedades tóxicas foi reduzido de 60% (Alta ocorrência de ecotoxicidade) para 45,5% (Média ocorrência de ecotoxicidade).
- Rio São João a montante do Reservatório de Peixoto (BG055), onde o percentual de amostras em que se observaram propriedades tóxicas foi reduzido de 56,3% (Alta ocorrência de ecotoxicidade) para 36,4% (Média ocorrência de ecotoxicidade).

A pior condição foi observada ao longo da série histórica (2003 a 2008) no ponto de amostragem localizado no rio Grande a montante do reservatório de Camargos (BG003), uma vez que 66,7% das amostras analisadas apresentaram ocorrência de ecotoxicidade, resultando assim Alta ocorrência de ecotoxicidade nesta estação.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 8.1:** Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade crônica realizados entre agosto de 2003 e dezembro de 2008 na bacia do rio Grande.

<b>BACIA DO RIO GRANDE - Estações monitoradas entre os anos de 2003 e 2008</b>			
Ocorrência de Toxicidade	Nº de ensaios	Estações de amostragem	
<b>UPGRH GD1 - Rio Grande</b>			
<b>M</b>	21	<b>BG001</b>	Rio GRANDE na cidade de Liberdade
<b>A</b>	21	<b>BG003</b>	Rio GRANDE a montante do reservatório de Camargos
<b>A</b>	21	<b>BG007</b>	Rio GRANDE a jusante do reservatório de Itutinga
<b>M</b>	21	<b>BG009</b>	Rio CAPIVARI próximo de sua foz no rio Grande
<b>UPGRH GD2 - Rio das Mortes, Grande e Jacaré</b>			
<b>M</b>	21	<b>BG011</b>	Rio das MORTES a montante da cidade de Barbacena
<b>B</b>	21	<b>BG019</b>	Rio GRANDE a montante do reservatório de Furnas
<b>M</b>	21	<b>BG021</b>	Rio JACARÉ a montante do reservatório de Furnas
<b>UPGRH GD3 - Rio Verde</b>			
<b>M</b>	5	<b>BG065</b>	Ribeirão SÃO PEDRO a montante do reservatório de Furnas
<b>M</b>	5	<b>BG069</b>	Rio MACHADO a jusante da cidade de Machado
<b>UPGRH GD4 - Rio Verde</b>			
<b>B</b>	22	<b>BG028</b>	Rio VERDE na cidade de Soledade de Minas
<b>A</b>	22	<b>BG029</b>	Rio BAEPENDI próximo de sua foz no rio Verde
<b>M</b>	22	<b>BG031</b>	Rio LAMBARI a montante da confluência com o rio Verde
<b>M</b>	22	<b>BG035</b>	Rio VERDE na localidade de Flora
<b>A</b>	22	<b>BG036</b>	Rio PALMELA na proximidade de sua foz no rio Verde
-	5	<b>BG067</b>	Ribeirão da ESPERA a jusante do lixão da cidade de Varginha
<b>UPGRH GD5 - Rio Sapucaí</b>			
<b>M</b>	22	<b>BG044</b>	Rio SAPUCAÍ-MIRIM a montante da cidade de Pouso Alegre
<b>M</b>	22	<b>BG047</b>	Rio SAPUCAÍ a montante da cidade de Careçu
<b>M</b>	22	<b>BG049</b>	Rio SAPUCAÍ a montante do reservatório de Furnas
<b>UPGRH GD6 - Rios das Antas, Pardo, Mogi Guaçu</b>			
<b>M</b>	5	<b>BG063</b>	Rio das ANTAS a jusante da cidade de Poços de Caldas
<b>M</b>	5	<b>BG075</b>	Rio PARDO a jusante de Ipuíuna
<b>A</b>	5	<b>BG077</b>	Rio MOGI GUAÇU na cidade de Inconfidentes
<b>B</b>	5	<b>BG079</b>	Ribeirão OURO FINO na cidade de Ouro Fino
<b>B</b>	5	<b>BG081</b>	Rio MOGI GUAÇU na divisa de Minas Gerais com São Paulo
<b>M</b>	5	<b>BG083</b>	Rio das ANTAS a jusante de Bueno Brandão
<b>UPGRH GD7 - Rio Grande</b>			
<b>M</b>	22	<b>BG055</b>	Rio SÃO JOÃO a montante do reservatório de Peixoto
<b>M</b>	22	<b>BG059</b>	Rio UBERABA a montante do reservatório de Porto Colômbia
<b>A</b>	5	<b>BG071</b>	Córrego LISO a Jusante de São Sebastião do Paraíso
<b>B</b>	5	<b>BG073</b>	Rio SANTANA a jusante do córrego Liso
<b>UPGRH GD8 - Rio Grande</b>			
-	5	<b>BG087</b>	Ribeirão TRONQUEIRA a jusante da cidade de Iturama

**Legenda:**

**B = Baixa Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em até 25% dos ensaios realizados**

**M = Média Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 25,1 a 50% dos ensaios realizados**

**A = Alta Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 50,1 a 100% dos ensaios realizados**

**- = Toxicidade não detectada**



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

No segundo trimestre de 2008, a amostra coletada no rio Sapucaí-Mirim a montante da cidade de Pouso Alegre (BG044) causou a morte do organismo teste (Efeito Agudo), podendo estar relacionada às atividades minerárias e à descarga de esgotos sanitários. No terceiro trimestre, também ocorreu Efeito Agudo na amostra coletada no rio das Antas a jusante de Bueno Brandão (BG083), provavelmente em função do lançamento de efluentes sanitários e industriais (abatedouro e alimentos) e da utilização de defensivos agrícolas. O quarto trimestre de 2008 apresentou duas amostragens que resultaram na morte dos organismos-teste, sendo estas amostras provenientes do rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga (BG007) e do córrego Liso a Jusante de São Sebastião do Paraíso (BG071), o que evidencia condições bastante restritivas para o desenvolvimento e a manutenção da vida aquática. As atividades minerárias que ocorrem próximo ao rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga (BG007) e o manejo inadequado do solo, o lançamento de efluentes industriais (abatedouros, curtumes, laticínios, química e têxtil) além dos lançamentos de esgotamentos sanitários no córrego Liso a Jusante de São Sebastião do Paraíso (BG071) são as prováveis causas da ocorrência de Efeito Agudo nestas duas estações.

Conforme pode ser observado na Tabela 8.2, duas das estações que tiveram o monitoramento das condições ecotoxicológicas iniciado em 2008 apresentaram resultados positivos para os ensaios, sendo uma delas localizada no rio Muzambinho no trevo de entrada da cidade (BG089) e a outra localizada no ribeirão Santa Rosa a jusante da cidade de Iturama (BG086). Esses resultados confirmam o impacto antrópico sobre a degradação desses corpos de água provavelmente devido aos efluentes sanitários.

As águas do ribeirão Pirapetinga coletadas na ponte de concreto na entrada de Andradas (BG091) não apresentaram ecotoxicidade.

**Tabela 8.2:** Resultados dos testes de ecotoxicidade crônica observados nas estações da bacia do rio Grande monitoradas na 2ª, 3ª e 4ª campanhas de 2008.

BACIA DO RIO GRANDE - Estações monitoradas a partir da segunda campanha de 2008					
Nº de ensaios	Resultados			Estações de amostragem	
	2a 2008	3a 2008	4a 2008		
<b>UPGRH GD3 - Rio Verde</b>					
3	-	+	+	<b>BG089</b>	Rio MUZAMBINHO a jusante da cidade de Muzambinho
<b>UPGRH GD6 - Rios das Antas, Pardo, Mogi Guaçu</b>					
3	-	-	-	<b>BG091</b>	Ribeirão PIRAPETINGA a jusante da cidade de Andradas
<b>UPGRH GD8 - Rio Grande</b>					
3	-	+	+	<b>BG086</b>	Ribeirão SANTA ROSA a jusante da cidade de Iturama

Legenda:

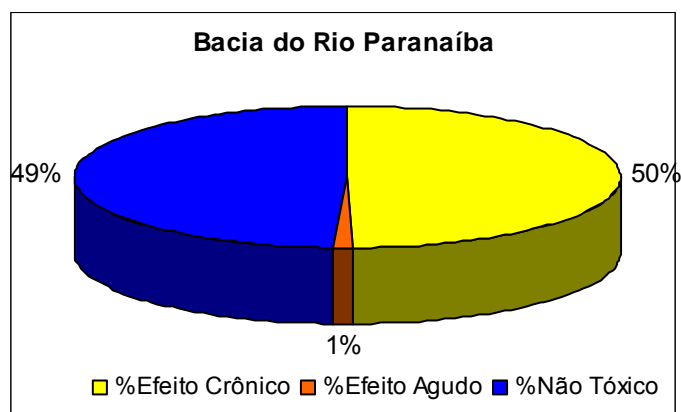
**+** = Ocorrência de toxicidade

**-** = Toxicidade não detectada

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

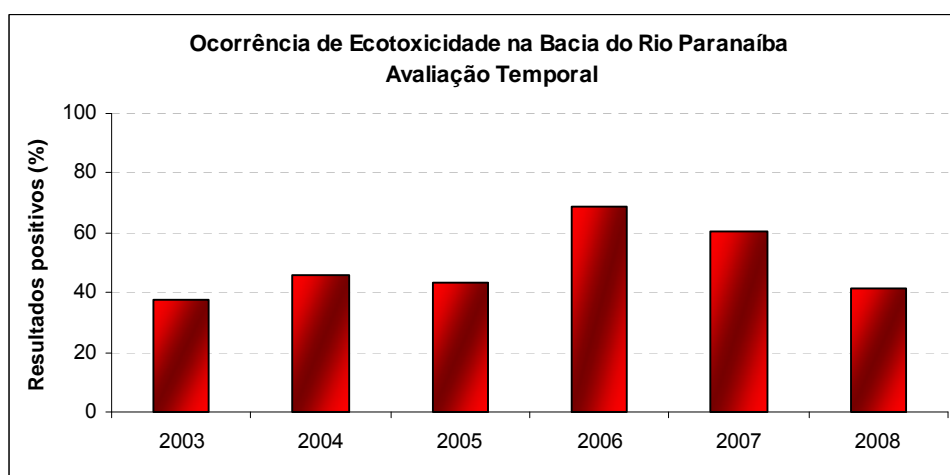
### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA

A rede de monitoramento ecotoxicológico da bacia do rio Paranaíba não sofreu alterações. Foram realizados 260 ensaios de ecotoxicidade crônica entre julho de 2003 e dezembro de 2008, referentes a 12 estações de amostragem com frequência trimestral. Das amostras coletadas na bacia do rio Paranaíba, 51% apresentaram efeitos tóxicos, sendo 50% Efeito Crônico e 1% Efeito Agudo (Figura 8.42).



**Figura 8.42:** Variação dos efeitos de ecotoxicidade crônica na bacia do rio Paranaíba.

A pior situação em relação à ecotoxicidade da água também ocorreu em 2006, quando 68,8% dos ensaios realizados tiveram resultados positivos (Figura 8.43). Em 2008 ocorreram melhores condições em relação a estes níveis (41,7%) quando comparadas com o ano de 2007 (60,4%).



**Figura 8.43:** Variação dos percentuais de estações da bacia do rio Paranaíba com resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica, no período de monitoramento.

A categoria de porcentagem de ocorrência de resultados positivos para cada estação pode ser observada na Tabela 8.3. Dentre todos os corpos de água monitorados apenas o rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia (PB023) apresentou Baixa

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

ocorrência de ecotoxicidade (resultados positivos em até 25% das amostras analisadas). As piores condições foram observadas na sub-bacia do rio Araguari, especialmente nas estações de amostragem localizadas no rio Quebra Anzol e no próprio rio Araguari, ambas localizadas a montante do reservatório de Nova Ponte (PB011 e PB017, respectivamente). Nesses pontos, 77,27% das amostras testadas apresentaram resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica. Na bacia do rio Paranaíba, o rio Tijuco a montante do reservatório São Simão (PB027) também apresentou uma grande proporção de amostras (54,55%) com propriedades tóxicas para o organismo-teste.

Entre os anos de 2007 e 2008, foi possível observar a melhora nas águas dos seguintes rios:

- Rio Jordão a jusante da cidade de Araguari (PB009), onde o percentual de amostras em que se observaram propriedades tóxicas foi reduzido de 62,5% (Alta ocorrência de ecotoxicidade) para 50% (Média ocorrência de ecotoxicidade).
- Rio Araguari a jusante do reservatório de Miranda (PB019), onde o percentual de amostras em que se observaram propriedades tóxicas foi reduzido de 62,5% (Alta ocorrência de ecotoxicidade) para 50% (Média ocorrência de ecotoxicidade).
- Rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia (PB023), onde o percentual de amostras em que se observaram propriedades tóxicas foi reduzido de 33,3% (Média ocorrência de ecotoxicidade) para 23,8% (Baixa ocorrência de ecotoxicidade).

O contrário foi observado no rio Paranaíba a jusante da cidade de Patos de Minas (PB003), onde o percentual de efeitos tóxicos aumentou de 50% (Média ocorrência de ecotoxicidade) em 2007 para 54,6% (Alta ocorrência de ecotoxicidade) em 2008. O mesmo fenômeno ocorreu no rio Capivara a jusante da cidade de Araxá (PB013), sendo o percentual das propriedades tóxicas que era de 50% em 2007 passou a ser de 52,4% em 2008, alterando a classificação de Média para Alta ecotoxicidade.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 8.3:** Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade crônica realizados entre agosto de 2003 e dezembro de 2008 na bacia do rio Paranaíba.

BACIA DO RIO PARANAÍBA			
Ocorrência de Toxicidade	Nº de ensaios	Estações de amostragem	
<b>UPGRH PN1 - Rio Paranaíba</b>			
<b>A</b>	22	<b>PB003</b>	Rio PARANAÍBA a jusante da cidade de Patos de Minas
<b>A</b>	22	<b>PB007</b>	Rio PARANAÍBA entre os reservatórios de Emborcação e Itumbiara
<b>M</b>	22	<b>PB009</b>	Rio JORDÃO a jusante da cidade de Araguari
<b>UPGRH PN2 - Rio Araguari</b>			
<b>A</b>	22	<b>PB011</b>	Rio QUEBRA ANZOL a montante do reservatório de Nova Ponte
<b>A</b>	21	<b>PB013</b>	Rio CAPIVARA a jusante da cidade de Araxá
<b>A</b>	22	<b>PB017</b>	Rio ARAGUARI a montante do reservatório de Nova Ponte
<b>M</b>	22	<b>PB019</b>	Rio ARAGUARI a jusante do reservatório de Miranda
<b>B</b>	21	<b>PB023</b>	Rio UBERABINHA a jusante da cidade de Uberlândia
<b>UPGRH PN3 - Rio Paranaíba e afluentes</b>			
<b>M</b>	22	<b>PB025</b>	Rio PARANAÍBA a jusante do reservatório de Itumbiara
<b>A</b>	22	<b>PB027</b>	Rio TIJUCO a montante do reservatório de São Simão
<b>M</b>	22	<b>PB029</b>	Rio da PRATA a montante do reservatório de São Simão
<b>M</b>	20	<b>PB033</b>	Rio SÃO DOMINGOS próximo de sua foz no rio Paranaíba

**Legenda:**

- B = Baixa Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em até 25% dos ensaios realizados**  
**M = Média Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 25,1 a 50% dos ensaios realizados**  
**A = Alta Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 50,1 a 100% dos ensaios realizados**

No ano de 2008, o ponto de monitoramento localizado no rio Quebra Anzol, a montante do reservatório de Nova Ponte (PB011), destacou-se por ser o único a apresentar amostra que causou a letalidade do organismo-teste, Efeito Agudo, em coleta realizada no primeiro trimestre. As prováveis causas para este resultado são os lançamentos industriais (galvanoplastia e metalurgia) e as atividades minerárias desenvolvidas na região.

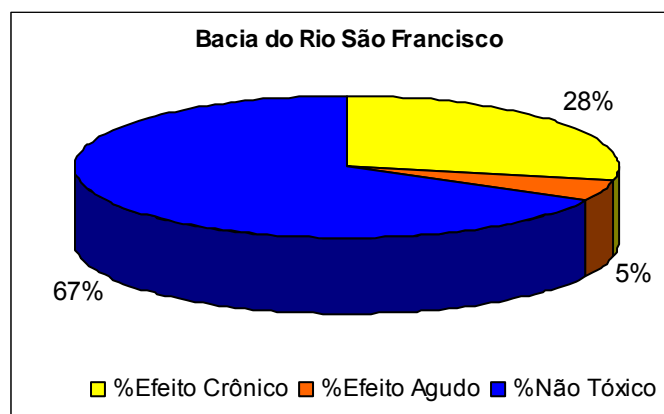
### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Até 2006, a rede de monitoramento ecotoxicológico da bacia do rio São Francisco possuía apenas 2 estações: uma na sub-bacia do rio Paracatu e outra na sub-bacia do rio Verde Grande. No entanto, dada a importância sócio-econômica e ambiental do rio São Francisco, optou-se pela incorporação de outras 22 estações a partir do terceiro trimestre de 2007. Já no ano de 2008, a partir do terceiro trimestre, 7 novas estações foram implantadas na sub-bacia do rio das Velhas, totalizando 17 pontos de monitoramento nesta sub-bacia. A estação localizada no rio Preto a jusante da cidade de Unai (PT007), entretanto, foi desconsiderada do monitoramento no ano de 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

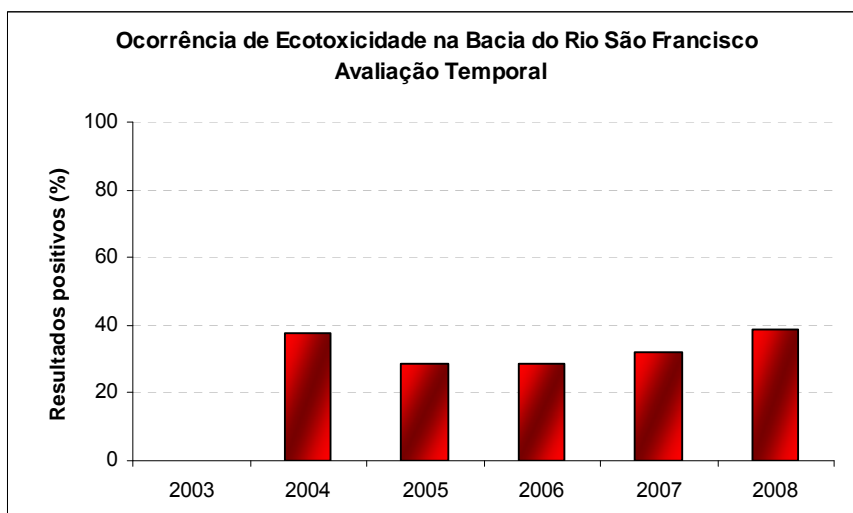
Dessa forma, a bacia do rio São Francisco totalizou 30 estações de amostragem no ano de 2008.

Foram realizados 173 ensaios de ecotoxicidade crônica, sendo que 159 correspondem às 10 estações monitoras entre 2003 e 2008 e 14 referentes às 7 novas estações incluídas no segundo trimestre de 2008. Destes ensaios, 67% das amostras não apresentaram efeitos tóxicos; dentre os resultados que apresentaram efeitos tóxicos, 28% apresentaram Efeito Crônico e 5% Efeito Agudo (Figura 8.44).



**Figura 8.44:** Variação dos efeitos de ecotoxicidade crônica na bacia do rio São Francisco.

As piores condições das águas da bacia do rio São Francisco foram registradas em 2008, quando 38,9% das amostras apresentaram resultados positivos para os testes de ecotoxicidade crônica, superando o ano de 2004 (37,5%) que, desde então, possuiu os maiores índices de ocorrência de ecotoxicidade crônica nesta bacia. O ano de 2003 destaca-se por apresentar as melhores condições já que não foram registradas ocorrências de resultados positivos nos ensaios (Figura 8.45).



**Figura 8.45:** Variação dos percentuais de estações da bacia do rio São Francisco com resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica, no período de monitoramento.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Dentre as estações monitoradas na bacia do rio São Francisco desde 2003 (Tabela 8.4), as piores condições de ecotoxicidade ocorreram nos ribeirões do Onça e Arrudas, BV154 e BV155 respectivamente, ambos os pontos de amostragem localizados próximos ao rio das Velhas. Nestas estações, 66,7% das amostras apresentaram resultados positivos para os testes de ecotoxicidade crônica. Por outro lado, cinco estações de monitoramento mostraram-se sem toxicidade, quais sejam: ribeirão da Mata próximo de sua foz no rio das Velhas (BV130), rio das Velhas na ponte Raul Soares (BV137), rio São Francisco a montante da foz do rio das Velhas (SF019), córrego Rico a jusante da cidade de Paracatu (PT005) e rio Gortuba a montante da confluência com o rio Pacuí (VG009).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 8.4:** Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade crônica realizados entre agosto de 2003 e dezembro de 2008 na bacia do rio São Francisco.

<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - Estações monitoradas entre os anos de 2003 e 2008</b>			
<b>Ocorrência de Toxicidade</b>	<b>Nº de ensaios</b>	<b>Estações de amostragem</b>	
<b>UPGRH SF5 - Rio das Velhas</b>			
<b>B</b>	6	<b>BV076</b>	Ribeirão SABARÁ próximo de sua foz no rio das Velhas
<b>B</b>	6	<b>BV083</b>	Rio das VELHAS logo a jusante do ribeirão Arrudas
<b>M</b>	6	<b>BV105</b>	Rio das VELHAS logo a jusante do ribeirão do Onça
<b>B</b>	6	<b>BV130</b>	Ribeirão da MATA próximo de sua foz no rio das Velhas
<b>M</b>	6	<b>BV135</b>	Rio TAQUARAÇU próximo de sua foz no rio das Velhas
<b>B</b>	6	<b>BV137</b>	Rio das VELHAS na Ponte Raul Soares
<b>M</b>	6	<b>BV153</b>	Rio das VELHAS a jusante do ribeirão da Mata
<b>A</b>	6	<b>BV154</b>	Ribeirão do ONÇA próximo de sua foz no rio das Velhas
<b>A</b>	6	<b>BV155</b>	Ribeirão ARRUDAS próximo de sua foz no rio das Velhas
<b>M</b>	6	<b>BV160</b>	Ribeirão das NEVES próximo de sua foz no ribeirão da Mata
<b>UPGRH's SF6 e SF9 - Rio São Francisco</b>			
<b>B</b>	5	<b>SF019</b>	Rio SÃO FRANCISCO a montante da foz do rio das Velhas
<b>B</b>	5	<b>SF029</b>	Rio SÃO FRANCISCO a jusante da cidade de Janaúria
<b>UPGRH SF7 - Rio Paracatu</b>			
<b>B</b>	5	<b>PT005</b>	Córrego RICO a jusante da cidade de Paracatu
<b>M</b>	15	<b>PT007</b>	Rio PRETO a jusante da cidade de Unaí
<b>UPGRH SF10 - Rio Verde Grande</b>			
<b>M</b>	6	<b>VG003</b>	Ribeirão dos VIEIRAS a jusante da cidade de Montes Claros
<b>B</b>	5	<b>VG007</b>	Rio GORUTUBA a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG
<b>B</b>	5	<b>VG009</b>	Rio GORUTUBA a montante da confluência com o rio Pacuí
<b>B</b>	18	<b>VG011</b>	Rio VERDE GRANDE próximo de sua foz no rio São Francisco
<b>UPGRH SF8 - Rio Urucuia</b>			
<b>M</b>	5	<b>UR001</b>	Rio Urucuia na cidade de Buritis
<b>M</b>	6	<b>UR011</b>	Ribeirão São Domingos no município de Buritis
<b>M</b>	6	<b>UR013</b>	Rio Urucuia a montante da cidade de Arinos
<b>M</b>	6	<b>UR014</b>	Rio São Miguel a jusante da cidade de Uruana de Minas
<b>M</b>	6	<b>UR016</b>	Ribeirão Santo André na MG-181, próximo à cidade de Bonfinópolis de Minas
<b>M</b>	6	<b>UR017</b>	Rio Urucuia a montante da sua confluência com o rio São Francisco
<b>Legenda:</b>			
<b>B = Baixa Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em até 25% dos ensaios realizados</b>			
<b>M = Média Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 25,1 a 50% dos ensaios realizados</b>			
<b>A = Alta Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 50,1 a 100% dos ensaios realizados</b>			

Com relação ao ano de 2008, a amostra coletada na 4ª campanha no ribeirão do Onça próximo de sua foz no rio das Velhas (BV154), provocou a morte do organismo-teste, Efeito Agudo, sendo o excesso das descargas de esgotos sanitários e industriais a provável causa deste resultado. O ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Claros (VG003) e o ribeirão Arrudas próximo de sua foz no rio das Velhas (BV155), destacaram-se por apresentarem Efeito Agudo por dois períodos consecutivos (2º e 3º e 3º e 4º trimestres, respectivamente). Estes dois corpos de água recebem grandes cargas de esgotos sanitários e industriais, sendo que no ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros (VG003), destacam-se as fábricas de laticínios, adubos, fertilizantes, ligas metálicas, componentes automotivos, indústrias siderúrgicas, matadouros, frigoríficos, além do manejo inadequado do solo, o que provavelmente contribuiu com a elevada toxicidade da amostra analisada.

Conforme pode ser observado na Tabela 8.5, três das sete estações que tiveram o monitoramento das condições ecotoxicológicas iniciado em 2008 apresentaram resultados positivos para os ensaios, quais sejam: estação localizada no rio das Velhas na cidade de Várzea da Palma (BV148) na quarta campanha, a estação localizada no rio das Velhas a montante da sua foz no rio São Francisco em Guaicuí (BV149) e a estação localizada no rio das Velhas a jusante do rio Paraúna, na localidade de Senhora da Glória (BV150), ambas ocorrendo durante a terceira campanha. Esses resultados confirmam o impacto antrópico sobre esses corpos de água, porém são necessários dados adicionais para uma discussão mais embasada.

**Tabela 8.5:** Resultados dos testes de ecotoxicidade crônica observados nas estações da bacia do rio das Velhas monitoradas na 3ª e 4ª campanhas de 2008.

<b>BACIA DO RIO DAS VELHAS - Estações monitoradas a partir da terceira campanha de 2008</b>				
Nº de ensaios	Resultados		Estações de amostragem	
	3ª 2008	4ª 2008		
<b>UPGRH SF5 - Rio das Velhas</b>				
2	-	-	<b>BV141</b>	Rio das VELHAS na cidade de Santana do Pirapama
2	-	-	<b>BV142</b>	Rio das VELHAS a jusante do ribeirão Santo Antônio
2	-	+	<b>BV148</b>	Rio das VELHAS na cidade de Várzea da Palma
2	+	-	<b>BV149</b>	Rio das VELHAS a montante da sua foz no rio São Francisco em Guaicuí
2	+	-	<b>BV150</b>	Rio das VELHAS a jusante do rio Paraúna, na localidade de Senhora da Glória
2	-	-	<b>BV151</b>	Rio das VELHAS a jusante do córrego do Vinho em Lassance
2	-	-	<b>BV156</b>	Rio das VELHAS logo a jusante do Rio Jaboticatubas

Legenda

:

**+** = Ocorrência de toxicidade

**-** = Toxicidade não detectada

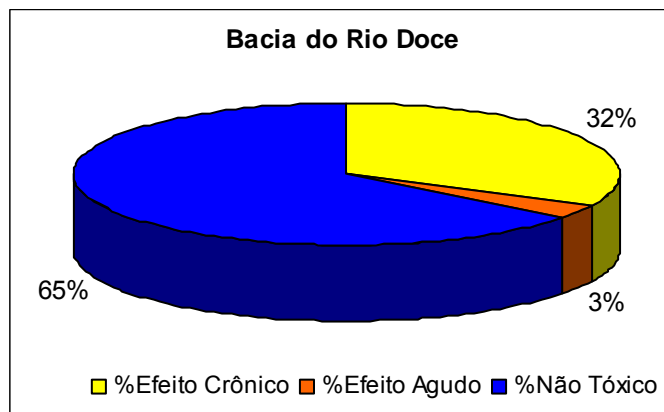
### BACIA HIDROGRÁFICA DO DOCE

Entre julho de 2003 e dezembro de 2008 foram realizados 31 ensaios de ecotoxicidade crônica na bacia do rio Doce. Destes ensaios, 21 correspondem a apenas uma estação monitorada desde 2003, e os outros 10 referem-se às 6 novas



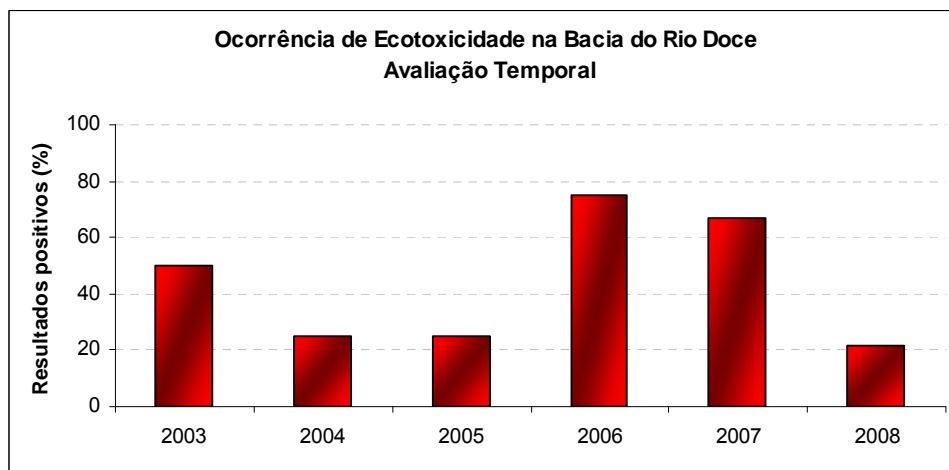
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

estações amostradas a partir do terceiro trimestre de 2008. A maior parte das amostras (65%) apresentou-se atóxica, 32% apresentaram Efeito Crônico e 3% Efeito Agudo (Figura 8.46).



**Figura 8.46:** Variação dos efeitos de ecotoxicidade crônica na bacia do rio Doce.

As piores condições das águas da bacia do rio Doce foram registradas em 2006, quando 75% das amostras apresentaram resultados positivos para os testes de toxicidade crônica. As melhores condições ocorreram em 2008 quando apenas 21,4% das amostras apresentaram efeitos tóxicos (Figura 8.47).



**Figura 8.47:** Variação dos percentuais de amostras do rio Doce com resultados positivos para os ensaios de ecotoxicidade crônica, no período de monitoramento.

Analisando-se apenas a estação localizada no rio Manhuaçu em Santana do Manhuaçu (RD064), monitorada desde o ano de 2003, houve piora das condições ecotoxicológicas entre 2007 e 2008, sendo que a porcentagem de resultados positivos aumentou de 37,5% para 42,9%. Apesar desse aumento, não houve mudança na categoria de ocorrência, que permaneceu **Média** (Tabela 8.6).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 8.6:** Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade crônica realizados entre agosto de 2003 e dezembro de 2008 na bacia do rio Doce.

BACIA DO RIO DOCE - Estação monitorada entre os anos de 2003 e 2008			
Ocorrência de Toxicidade	Nº de ensaios	Estação de amostragem	
<b>UPGRH DO6 - Rio Manhuaçu</b>			
<b>M</b>	21	<b>RD064</b>	Rio MANHUAÇU em Santana do Manhuaçu

Legenda:

**B = Baixa Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em até 25% dos ensaios realizados**

**M = Média Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 25,1 a 50% dos ensaios realizados**

**A = Alta Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 50,1 a 100% dos ensaios realizados**

Conforme pode ser observado na Tabela 8.7, duas das estações que tiveram o monitoramento das condições ecotoxicológicas iniciado em 2008 apresentaram resultados positivos para os ensaios. O rio Doce, logo após sua formação, depois da confluência dos rios Piranga e do Carmo (RD072), apresentou resultado positivo na amostra do 4º trimestre e no rio Caratinga, após a foz do rio Preto (RD093), na amostra do 3º trimestre. Ambos os pontos merecem atenção e necessitam de mais resultados, pelo menos de um ciclo hidrológico completo, para que se faça uma avaliação mais consistente.

As estações de amostragem localizadas no rio Turvo próximo à sua foz no rio Piranga (RD070), no rio Doce após a foz do rio Santo Antônio (RD083), no córrego do Pião próximo às nascentes do rio Caratinga (RD091) e no rio Preto em seu trecho intermediário no município de Inhapim (RD092) não apresentaram toxicidade, apontando boas condições ecotoxicológicas (Tabela 8.7).

**Tabela 8.7:** Resultados dos testes de ecotoxicidade crônica observados nas estações da bacia do rio Doce monitoradas na 3ª e 4ª campanhas de 2008.

BACIA DO RIO DOCE - Estações monitoradas a partir da terceira campanha de 2008				
Nº de ensaios	Resultados			Estações de amostragem
	3a 2008	4a 2008		
<b>UPGRH DO1 - Rio Piranga</b>				
1	*	+	<b>RD072</b>	Rio DOCE logo após sua formação, depois da confluência dos rios Piranga e do Carmo
1	*	-	<b>RD070</b>	Rio TURVO próximo à sua foz no rio Piranga
<b>UPGRH DO4 - Rio Suaçuí Grande</b>				
2	-	-	<b>RD083</b>	Rio DOCE após a foz do rio Santo Antônio
<b>UPGRH DO5 - Rio Caratinga</b>				
2	-	-	<b>RD091</b>	Córrego do PIÃO próximo às nascentes do rio Caratinga
2	+	-	<b>RD093</b>	Rio CARATINGA após a foz do rio Preto
2	-	-	<b>RD092</b>	Rio PRETO em seu trecho intermediário no município de Inhapim

Legenda:

**+ = Ocorrência de toxicidade**

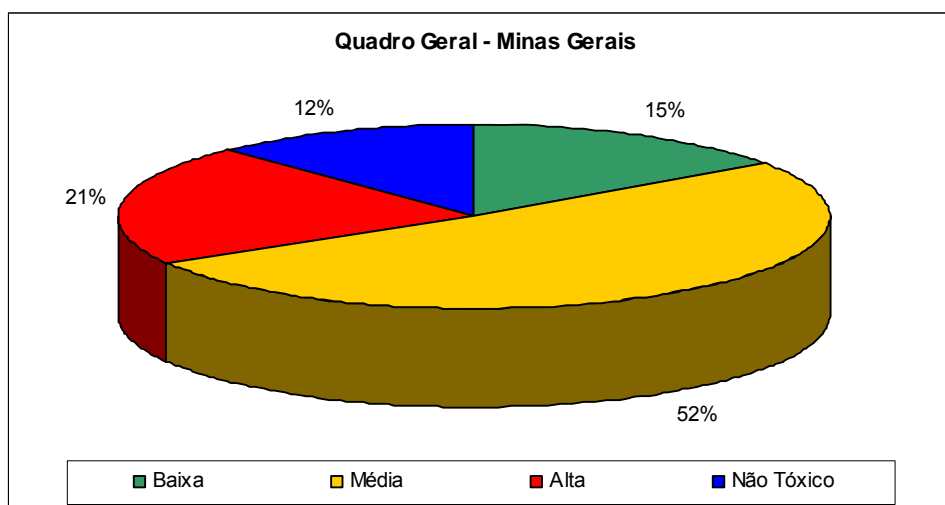
**- = Toxicidade não detectada**

**\* = Ensaios não realizados**

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### Considerações Finais

Todas as bacias monitoradas apresentaram algum grau de ecotoxicidade de suas águas. Dentre as 66 estações que foram amostradas no período compreendido entre 2003 e 2008, 48 (73%) apresentaram Alta ou Média ocorrência de ecotoxicidade, evidenciando condições restritivas ao desenvolvimento da biota (Figura 8.48). Somente 10 estações (15%), mostraram baixa ocorrência de ensaios com resultados positivos e 8 (12%) se destacaram por não apresentarem efeitos tóxicos, considerando todas as estações amostradas. Destas 8 estações que não apresentarem efeitos tóxicos, 2 pertencem à bacia hidrográfica do rio Grande, sendo uma localizada no ribeirão da Espera a jusante do lixão da cidade de Varginha (BG067) e outra localizada no ribeirão Tronqueira a jusante da cidade de Iturama (BG087); as outras 6 pertencem à bacia hidrográfica do rio São Francisco, quais sejam: ribeirão da Mata próximo de sua foz no rio das Velhas (BV130), rio das Velhas na ponte Raul Soares (BV137), rio São Francisco a montante da foz do rio das Velhas (SF019), córrego Rico a jusante da cidade de Paracatu (PT005), rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG (VG007) e rio Gorutuba a montante da confluência com o rio Pacuí (VG009).



**Figura 8.48:** Distribuição das estações entre as categorias Alta, Média e Baixa ocorrência de ecotoxicidade.

As piores condições foram registradas nas estações localizadas no rio Quebra Anzol a montante do reservatório de Nova Ponte (PB011) e no rio Araguari a montante do reservatório de Nova Ponte (PB017), ambas localizados na bacia do rio Paranaíba, os quais apresentaram efeitos tóxicos em mais de 75% das amostras coletadas entre 2003 e 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 8.5 IET – Índice de Estado Trófico nas Bacias Hidrográficas

A importância holística da análise ambiental se dá pelo equilíbrio entre produção e consumo. Considerando que o Índice de Estado Trófico (IET), ao conciliar causa (fósforo) e efeito (clorofila), consegue apresentar de maneira sucinta estágios de um complexo processo (eutrofização), vale saber que, neste primeiro ano de avaliação deste índice, pretende-se focar somente nos pontos críticos de cada bacia hidrográfica. Haja vista que florações de cianobactérias são uma das preocupações atuais mais importantes na gestão de recursos hídricos e estas florações podem ser deflagradas durante a ocorrência de um estágio avançado de eutrofização.

Para o melhor entendimento do processo é necessário saber que o comportamento dos corpos de água é distinto nas estações de seca e de chuva. No período chuvoso, o aporte de nutrientes através de carga difusa contribui para o enriquecimento do meio. Após a época chuvosa, quando ocorre o carreamento de fósforo para os corpos de água, o ambiente aquático começa a ficar mais estável fisicamente, devido à menor turbulência em função da diminuição do volume de água no rio. Sendo assim, na época de seca, com ambiente estável e com a presença de fósforo (nutriente), as condições tornam-se propícias para o crescimento da comunidade algal.

A seguir são apresentadas as frequências de ocorrência do IET calculadas para cada trimestre do ano de 2008, com o intuito de verificar o comprometimento dos corpos de água monitorados no estado de Minas Gerais, com relação ao grau de eutrofização.

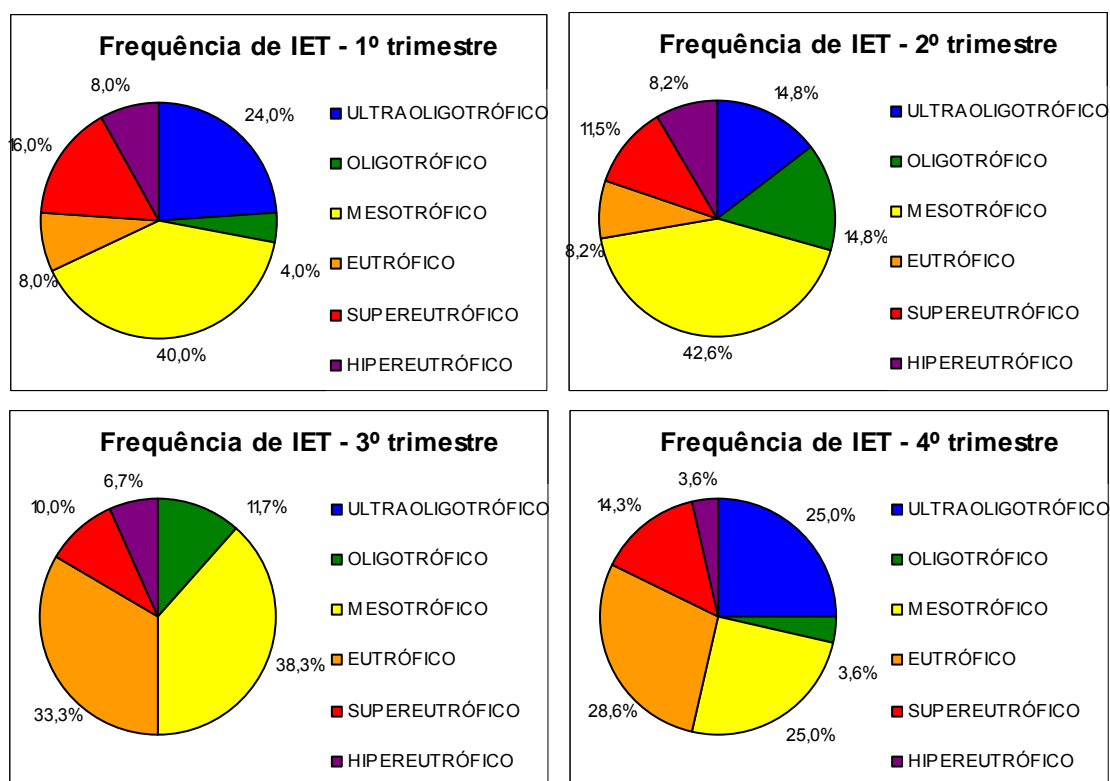
### **BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**

#### **Rio São Francisco e afluentes**

Na Figura 8.49 é apresentada a frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico – IET calculado por trimestre no rio São Francisco e seus afluentes em 2008. Observou-se o predomínio do IET classificado como Mesotrófico no primeiro (40,0%), segundo (42,6%) e terceiro (38,3%) trimestres. No quarto trimestre o IET classificado como Eutrófico foi predominante (28,6%).

Na presente avaliação, foram focados os pontos considerados mais críticos da bacia do rio São Francisco, ou seja, aqueles que foram classificados como Hipereutróficos. Este grau de trofia obteve mais registros no primeiro (8,0%) e segundo (8,2%) trimestres do ano de 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.49:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET nas UGRHs SF1, SF4, SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10, no ano de 2008.

As coletas trimestrais da bacia do rio São Francisco são caracterizadas por duas estações distintas, estação chuvosa, primeiro e quarto trimestres, e estação seca, segundo e terceiro trimestres. Este regime hidrológico definiu o comportamento do Índice de Estado Trófico da bacia. O aumento da comunidade algal nas campanhas chuvosas na bacia do rio São Francisco, diagnosticado através de sua biomassa (clorofila-a), reflete diretamente nos resultados do IET das campanhas secas, que apresentam os maiores registros de grau Hipereutrófico.

Os piores resultados de IET registrados na bacia do rio São Francisco, ou seja, os maiores valores obtidos entre aqueles classificados como Hipereutrófico, foram nos pontos de amostragem localizados no rio Verde, a jusante da cidade de Capitão Enéas (VG004), e no ribeirão das Vieiras, a jusante da cidade de Montes Claros (VG003). O primeiro ponto apresentou-se Hipereutrófico na segunda campanha de amostragem com valor de 71,98 e o segundo ponto na terceira e quarta campanhas, com valores de 74,43 e 88,15 respectivamente.

As condições apresentadas na estação localizada no ribeirão das Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros (VG003) estão associadas diretamente aos lançamentos de esgotos sanitários deste município, além de outras atividades como laticínios, matadouros, frigoríficos, fábricas de adubos/fertilizantes, fábricas de produtos orgânicos e obras de saneamento básico realizadas a montante da estação. Os resultados encontrados no segundo trimestre, na estação localizada no rio Verde a

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

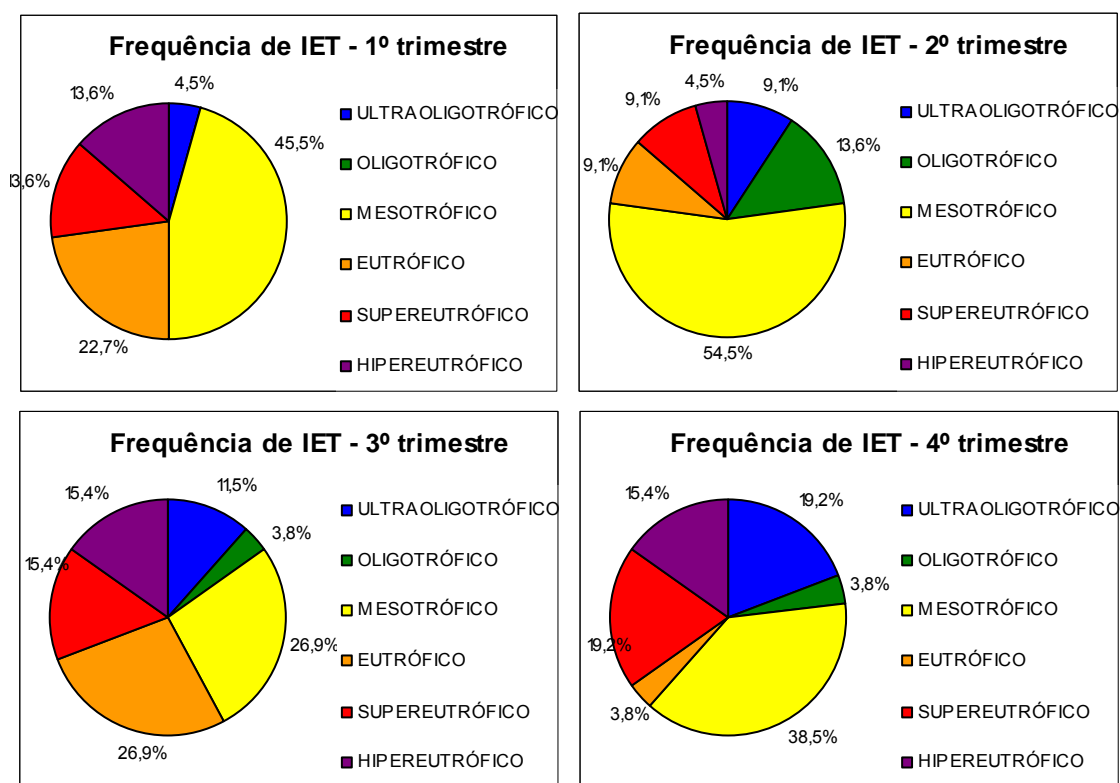
jusante da cidade de Capitão Enéas (VG004), são decorrentes do aporte do ribeirão dos Vieiras que deságua no rio Verde.

Os registros de clorofila-a na estação localizada no ribeirão das Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros (VG003), apesar de não ultrapassarem o limite legal na segunda e terceira campanhas, contribuíram para o resultado final do IET e na estação localizada no rio Verde a jusante da cidade de Capitão Enéas (VG004), o resultado de clorofila-a no terceiro trimestre apresentou-se quase 10 vezes superior ao limite legal. Estes resultados confirmam que estas duas estações possuem elementos favoráveis à proliferação do fitoplâncton.

### Sub-bacia do rio Pará

Na sub-bacia do rio Pará o predomínio de IET Mesotrófico foi registrado no primeiro, segundo e quarto trimestres de 2008, ocorrendo, respectivamente em 45,5%, 54,5% e 38,5% das estações de amostragem. No terceiro trimestre prevaleceram os estados Mesotrófico e Eutrófico, ambos em 26,9% das estações monitoradas na sub-bacia do rio Pará (Figura 8.50).

A estação seca, caracterizada pelas coletas realizadas no terceiro trimestre, apresentou 15,4% (Figura 8.50) das estações com grau de trofia Hipereutrófico, bem como o quarto trimestre que, realizado no início de novembro do ano de 2008, ainda não havia sofrido interferência das primeiras chuvas.



**Figura 8.50:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na sub-bacia do rio Pará – UPGRH SF2, no ano de 2008.

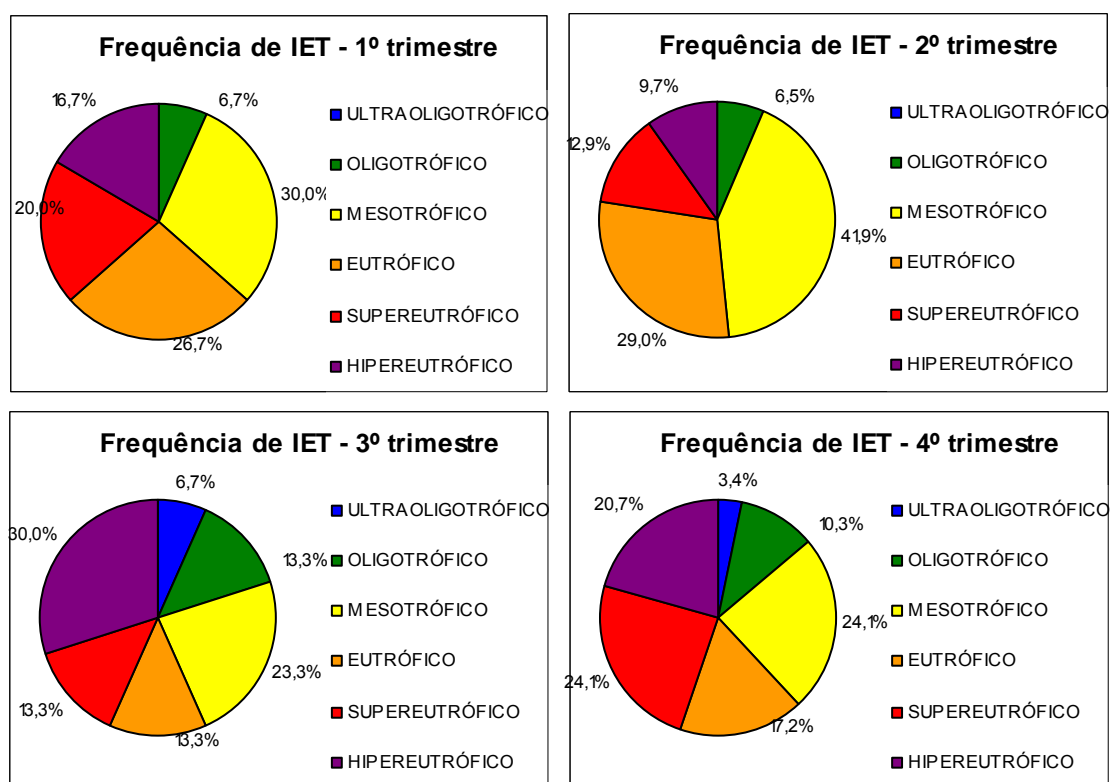
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Os pontos de amostragem localizados no ribeirão Paciência a jusante de Pará de Minas (PA010), no córrego do Pinto ou Buriti a jusante do município de São Gonçalo do Pará (PA034) e no rio do Peixe a montante do município de Piracema (PA026) foram aqueles que apresentaram os piores resultados de IET na sub-bacia do rio Pará, ou seja, com maiores valores obtidos entre aqueles classificados como Hipereutróficos. O primeiro ponto apresentou valor de IET de 84,54 e recebe contribuição de lançamento de esgoto sanitário, o segundo ponto apresentou valor de IET de 72,03 e recebe contribuição de lançamento de esgoto sanitário e curtume, e o terceiro ponto com 71,58 recebe contribuição da pecuária local.

### Sub-bacia do rio Paraopeba

A frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico – IET calculado por trimestre na sub-bacia do rio Paraopeba em 2008 é apresentada na Figura 8.51. Observou-se o predomínio do IET classificado como Mesotrófico no primeiro (30,0%), segundo (41,9%) e quarto (24,1%) trimestres. No terceiro trimestre, período de estiagem, foi predominante o IET classificado como Hipereutrófico (30,0%).

Foram avaliados os pontos considerados mais críticos da sub-bacia do rio Paraopeba, ou seja, aqueles classificados como Hipereutróficos. Os resultados de IET considerados Hipereutróficos apresentaram maior número de ocorrências no terceiro trimestre (30,0%) do ano de 2008, devido às altas concentrações de clorofila-a neste período.



**Figura 8.51:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na UPRH SF3 no ano de 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

As coletas trimestrais da sub-bacia do rio Paraopeba foram caracterizadas, em 2008, por estação chuvosa no primeiro trimestre, estação seca no terceiro trimestre e estações intermediárias no segundo e quarto trimestres. Este regime hidrológico definiu o comportamento do Índice de Estado Trófico da bacia.

O aporte de nutrientes para os corpos de água da sub-bacia do rio Paraopeba acontece durante todo o ano. Após o período chuvoso, os corpos de água começam a ficar mais estáveis fisicamente, devido à menor turbulência e diminuição do volume de água no rio. Entretanto, na época de seca, com o ambiente estável e com a presença de fósforo (nutriente), as condições se tornariam propícias para o crescimento da comunidade algal, caso a presença de substâncias tóxicas não fosse registrada. Portanto, as concentrações de fósforo nesta bacia refletem diretamente nos resultados do IET, considerando-se que a terceira campanha, estação seca, apresentou os maiores registros de grau Hipereutrófico.

Os piores resultados de IET registrados na sub-bacia do rio Paraopeba, ou seja, os maiores valores obtidos entre aqueles classificados como Hipereutróficos, foram registrados em apenas uma estação, localizada no ribeirão das Areias, em Betim, a montante de sua foz no rio Betim (BP073). Os valores de IET registrados foram 78,57 no segundo trimestre, 81,85 no terceiro trimestre e 79,62 no quarto trimestre.

As condições apresentadas na estação localizada no ribeirão das Areias, a montante de sua foz no rio Betim (BP073) estão associadas diretamente aos lançamentos de parte dos esgotos sanitários provenientes da cidade de Betim, além de atividades industriais de alimentos, bebidas, frigoríficos, laticínios e fábricas de adubos/fertilizantes localizadas a montante da estação.

A estação localizada no ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no rio Paraopeba em Mário Campos (BP086) merece atenção especial, uma vez que recebe o aporte da lagoa de Ibirité, ambiente extremamente favorável à eutrofização por sua característica lântica.

Dessa forma, através da análise destes resultados, pode-se concluir que a sub-bacia do Paraopeba possui elementos favoráveis à proliferação do fitoplâncton.

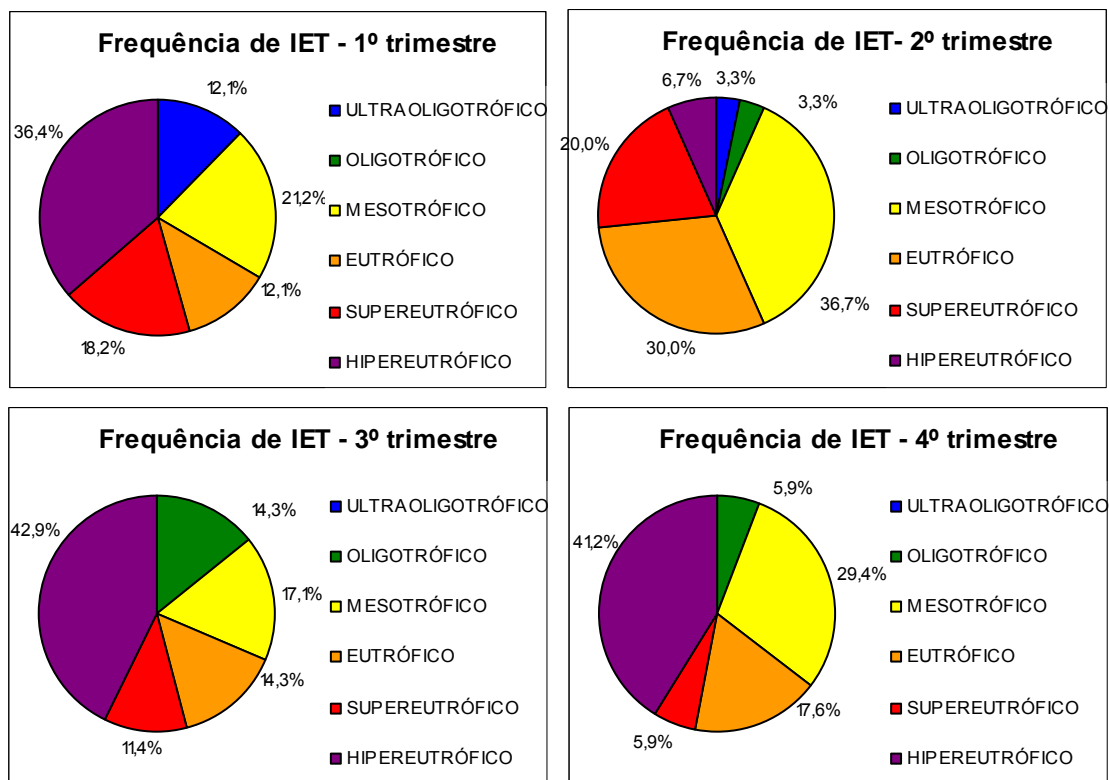
### **Sub-bacia do rio das Velhas**

A Figura 8.52 evidencia o predomínio da ocorrência do grau de trofia Mesotrófico no segundo trimestre (36,7%) e Hipereutrófico no primeiro, terceiro e quarto trimestres (36,4%, 42,9% e 41,2%, respectivamente) na sub-bacia do rio das Velhas no ano de 2008.

Em termos de eutrofização, o pior trimestre foi o terceiro, caracterizado pelo período seco, quando o IET Hipereutrófico foi obtido em 42,9% dos pontos de amostragem localizados na sub-bacia do rio das Velhas (Figura 8.52).



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.52:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico - IET na bacia do rio das Velhas – UPGRH SF5, no ano de 2008.

Os pontos de amostragem que apresentaram os piores resultados de IET na bacia do rio das Velhas, ou seja, com maiores valores obtidos entre aqueles classificados como Hipereutróficos, foram os pontos localizados no rio das Velhas na cidade de Santana de Pirapama (BV141), a jusante do ribeirão Santo Antônio (BV142) e a jusante do rio Paraúna na localidade de Senhora da Glória (BV150). O primeiro ponto apresentou valor de 86,75, o segundo ponto 84,89 e o terceiro ponto 82,88, sendo que as principais atividades antrópicas responsáveis pelo processo de eutrofização nestes pontos são lançamento de esgoto sanitário e agropecuário (BV141) e agropecuário (BV142 e BV150).

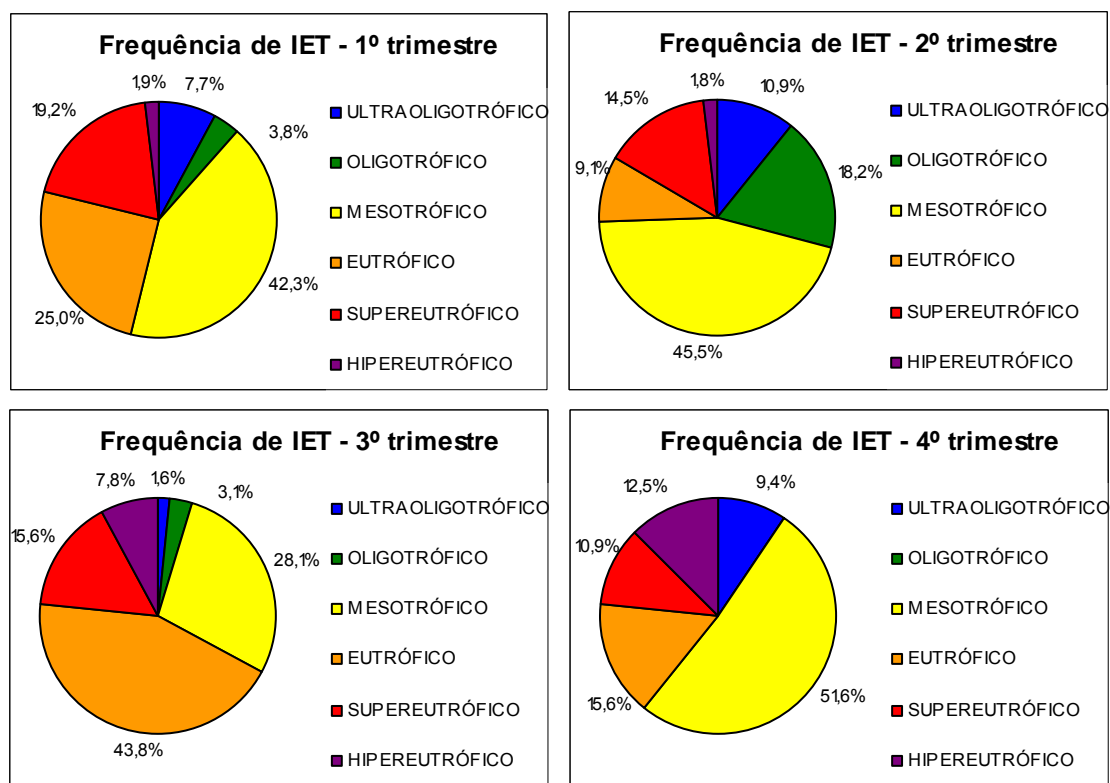
### BACIA DO RIO GRANDE

A frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico – IET calculado por trimestre na bacia do rio Grande em 2008 está apresentada na Figura 8.53. Observou-se o predomínio do IET classificado como Mesotrófico no primeiro (42,3%), segundo (45,5%) e quarto (51,6%) trimestres. No terceiro trimestre o IET classificado como Eutrófico foi predominante (43,8%).

Na presente avaliação, foram focados os pontos considerados mais críticos da bacia do rio Grande, ou seja, aqueles classificados no estado Hipereutrófico. Os resultados

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

de IET considerados Hipereutróficos apresentaram maior número de registros no terceiro (7,8%) e quarto (12,5%) trimestres do ano de 2008.



**Figura 8.53:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET nas UGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8 no ano de 2008.

As coletas trimestrais da bacia do rio Grande são caracterizadas por duas estações distintas, estação chuvosa, primeiro e quarto trimestres, e estação seca, segundo e terceiro trimestres. Este regime hidrológico definiu o comportamento do Índice de Estado Trófico da bacia.

O aporte de nutrientes para os corpos de água da bacia do rio Grande é influenciado pelas atividades de agricultura característica da região. No período chuvoso, além do carreamento de fósforo para os corpos de água, o ambiente aquático também é influenciado pela presença de contaminantes decorrentes do uso de agrotóxicos na cultura agrícola. Essas substâncias tóxicas comprometem a vida aquática e influenciam o resultado do IET da bacia. Após o período chuvoso, os corpos de água começam a se estabilizar fisicamente devido à menor turbulência em função da diminuição do volume de água no rio. Entretanto, com ambiente estável e com a presença de fósforo (nutriente) na época seca, as condições seriam propícias para o crescimento da comunidade algal, caso não fosse registrado a presença de substâncias tóxicas. Portanto, as concentrações de fósforo nesta bacia refletem nos resultados do IET e corroboram com o fato da quarta campanha, considerada estação chuvosa nesta bacia, ter apresentado os maiores registros de grau Hipereutrófico.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Os piores resultados de IET registrados na bacia do rio Grande, ou seja, os maiores valores obtidos entre aqueles classificados como Hipereutróficos, foram nos pontos de amostragem localizados no ribeirão Santa Rosa a jusante da cidade de Iturama (BG086), terceira e quarta campanhas, com valores de 85,67 e 79,85 respectivamente. Além desta, a estação localizada no ribeirão Tronqueira a jusante da cidade de Iturama (BG087), no segundo trimestre, apresentou valor de 81,95.

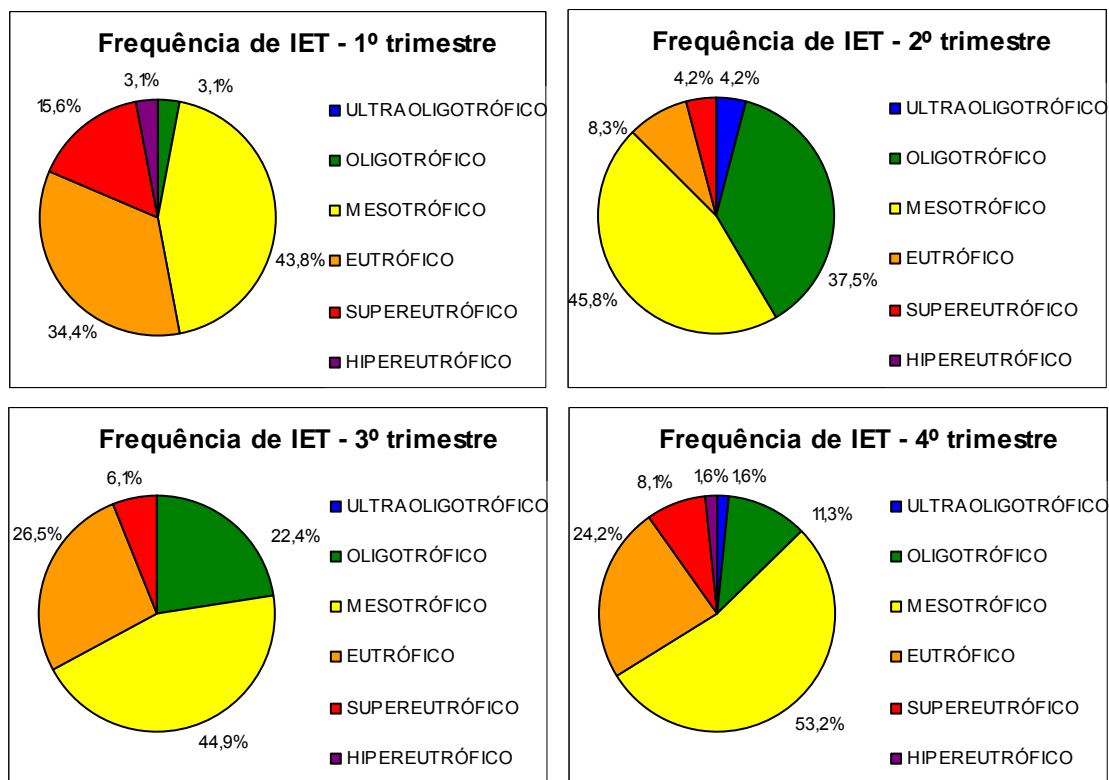
As condições apresentadas nestas estações estão associadas diretamente aos lançamentos de esgotos sanitários do município de Iturama, além de atividades agrícolas e pecuaristas da região. Estes resultados caracterizam condições ideais para a proliferação do fitoplâncton, exceto pela a carga de poluentes tóxicos provenientes das atividades agrícolas que impede essa situação.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

Na bacia do rio Doce o predomínio do grau de trofia Mesotrófico foi constatado em todos os trimestres do ano de 2008, ocorrendo, respectivamente, em 43,8%, 45,8%, 44,9% e 53,2% das estações. Ocorrências de IET Hipereutrófico foram registradas no primeiro e quarto trimestres em 3,1% e 1,6% das estações, respectivamente (Figura 8.54).

Dentre as bacias monitoradas no Projeto Águas de Minas, a do rio Doce tem suas coletas realizadas no início de cada trimestre. Este fato, juntamente com o grande aporte de sólidos (alta turbidez) que ocorre em praticamente toda a bacia, justifica o comportamento do IET no ano de 2008. O primeiro trimestre, estação chuvosa, apresentou o maior número de registros de IET Hipereutrófico (3,1%), pois ainda propiciava boas condições para o crescimento da comunidade algal. No entanto, o segundo trimestre, com altos valores de turbidez, impossibilitou o crescimento desta comunidade e resultou em alta porcentagem do grau de trofia Oligotrófico (37,5%), Figura 8.54.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.54:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico - IET na bacia do rio Doce – UPGRH's DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6, no ano de 2008.

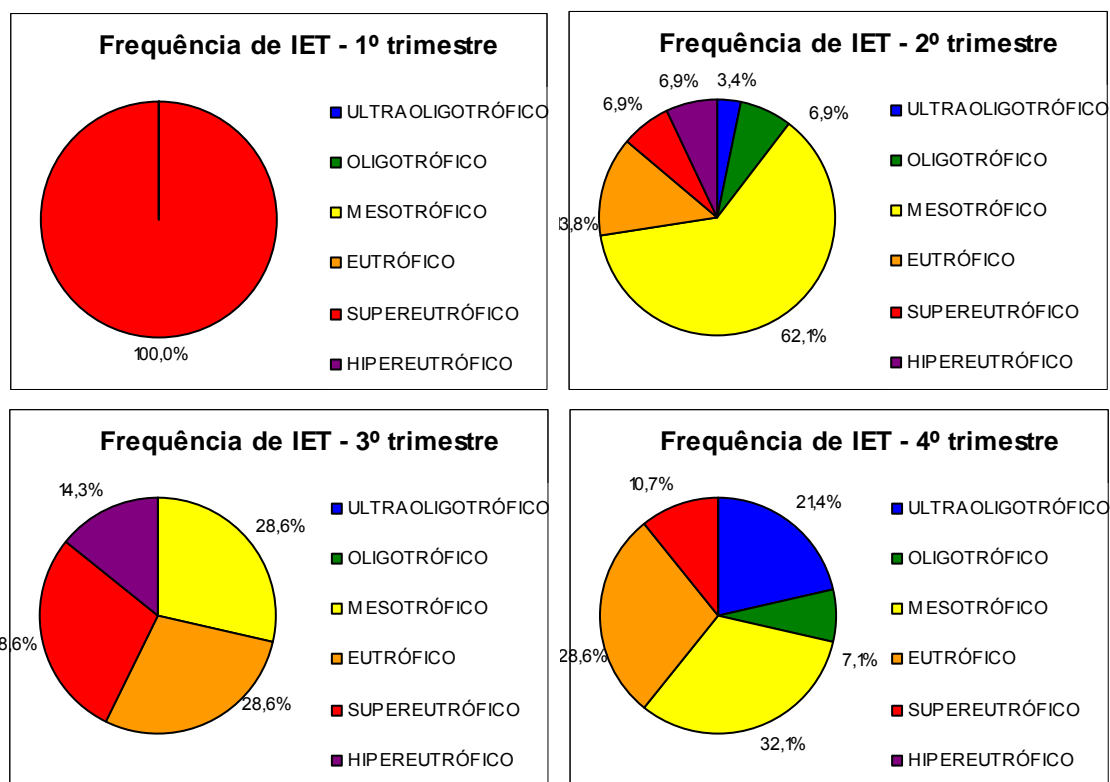
Os trechos de monitoramento localizados nos rios Caratinga a jusante da cidade de Caratinga (RD056), no distrito de Barra do Cuieté (RD057) e no rio Doce a jusante de Resplendor (RD059), apresentaram os piores resultados de IET na bacia do rio Doce, ou seja, com maiores valores obtidos entre aqueles classificados como Hipereutróficos. O primeiro ponto apresentou valor de 67,03, o segundo ponto 68,49 e o terceiro ponto 70,98, sendo que as principais atividades antrópicas responsáveis pelo processo de eutrofização nestes pontos são: lançamento de esgoto sanitário (RD056), agropecuária e carga difusa (RD057) e lançamento de esgoto sanitário e de laticínios (RD059).

### BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Na Figura 8.55 é apresentada a frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico – IET calculado por trimestre na bacia do rio Paraíba do Sul em 2008. Observou-se o predomínio do IET classificado como Mesotrófico no segundo (62,1%) e quarto (32,1%) trimestres. No terceiro trimestre, os resultados de IET Mesotrófico, Eutrófico e Supereutrófico apresentaram a mesma porcentagem de ocorrência (28,6%). No entanto, o resultado de IET Supereutrófico registrado na primeira campanha (100,0%) é explicado por ser a única análise de IET realizada neste período de amostragem, em função dos dados disponíveis de clorofila-a.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Na presente avaliação, foram focados os pontos considerados mais críticos da bacia do rio Paraíba do Sul, ou seja, aqueles classificados no estado Hipereutrófico. Este grau de trofia obteve mais registros no terceiro trimestres do ano de 2008 (14,3%).



**Figura 8.55:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na UPGRH PS1 e PS2 no ano de 2008.

As coletas trimestrais da bacia do rio Paraíba do Sul foram caracterizadas, em 2008, por estação chuvosa no primeiro trimestre, estação seca no terceiro trimestre e estações intermediárias no segundo e quarto trimestres. Este regime hidrológico definiu o comportamento do Índice de Estado Trófico da bacia.

Após a época chuvosa, quando ocorre o carreamento de fósforo para os corpos de água, o ambiente aquático começa a ficar mais estável fisicamente devido à menor turbulência em função da diminuição do volume de água no rio. Sendo assim, na época de seca, com ambiente estável e com a presença de fósforo (nutriente), as condições tornam-se propícias para o crescimento da comunidade algal. O incremento desta comunidade, diagnosticado através de sua biomassa (clorofila-a), reflete nos resultados do IET, corroborando com o fato da campanha seca ter apresentado os maiores registros de grau Hipereutrófico.

Os piores resultados de IET registrados na bacia do rio Paraíba do Sul, ou seja, os maiores valores obtidos entre aqueles classificados como Hipereutrófico, foram nas estações localizadas no rio Xopotó a jusante de Visconde do Rio Branco (BS077), no segundo e terceiro trimestres, e no rio Paraíba a jusante de Juiz de Fora (BS017) no segundo trimestre. A primeira estação apresentou valores de 72,23 e 76,67, na

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

segunda e terceira campanha, respectivamente, enquanto a segunda estação o valor registrado foi de 68,30.

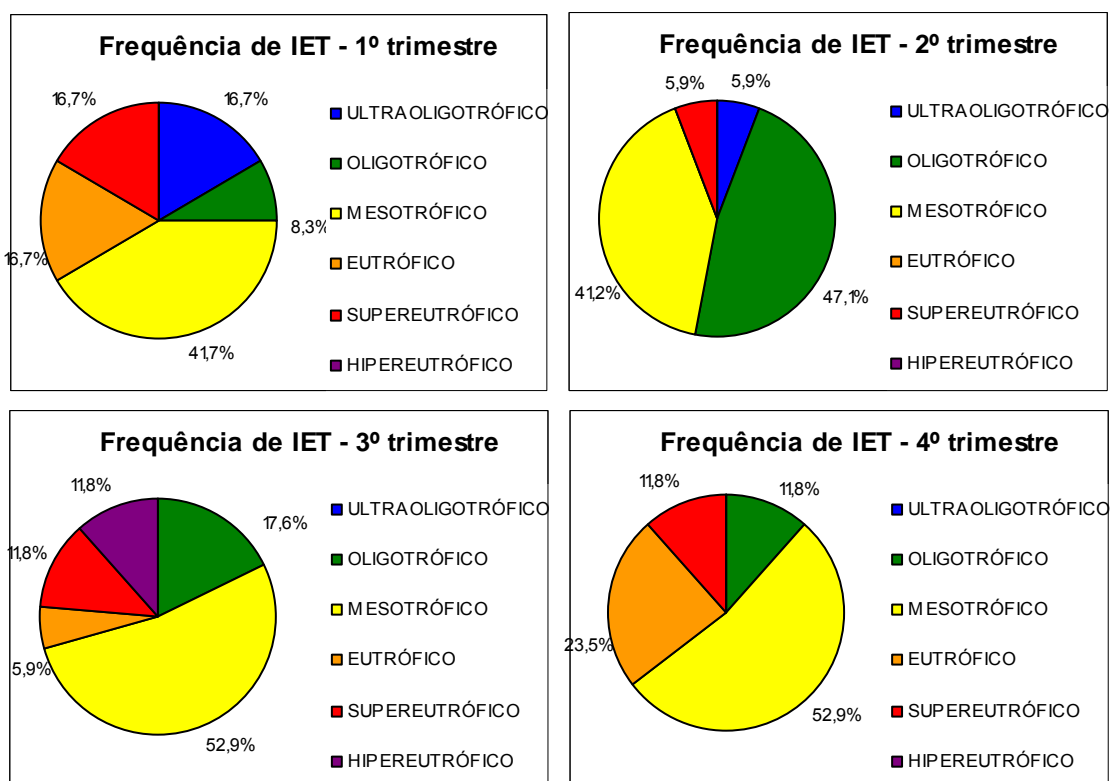
As condições apresentadas na estação localizadas no rio Xopotó a jusante de Visconde do Rio Branco (BS077) estão associadas diretamente aos lançamentos de esgotos sanitários provenientes da cidade Visconde do Rio Branco, além das atividades de agricultura e de indústrias alimentícias localizadas na região. O resultado do segundo trimestre, na estação localizada no rio Paraibuna a jusante de Juiz de Fora (BS017), está associado ao aporte de esgoto sanitário proveniente da cidade de Juiz de Fora, além de outras atividades industriais como a alimentícia. Dessa forma, o aporte de nutrientes destas estações fornece subsídios favoráveis à proliferação do fitoplâncton.

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA

Na Figura 8.56 é apresentada a frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico nas quatro campanhas de monitoramento do ano de 2008 na bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Observou-se a predominância do grau de trofia Oligotrófico no segundo trimestre, com 47,1% de frequência, e Mesotrófico no primeiro (41,7%), terceiro (52,9%) e quarto (52,9%) trimestres deste ano.

Em termos de eutrofização, o pior trimestre foi o terceiro, caracterizado pelo período seco, quando o IET Hipereutrófico foi obtido em 11,8% dos pontos de amostragem monitorados na bacia do rio Paranaíba (Figura 8.56).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.56:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico - IET na bacia do rio Paranaíba – UGRHs PN1, PN2 e PN3, no ano de 2008.

A terceira campanha, período de estiagem, apresentou os piores resultados, com 11,8% de frequência de ocorrência de Hipereutrófico. As estações de amostragem localizadas no rio Paranaíba a montante do reservatório da Emborcação (PB005) no terceiro trimestre, no rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia (PB023) também no terceiro trimestre e no rio Araguari a montante do reservatório de Nova Ponte (PB017) no primeiro trimestre apresentaram, valores de 69,02, 67,5 e 66,37 respectivamente.

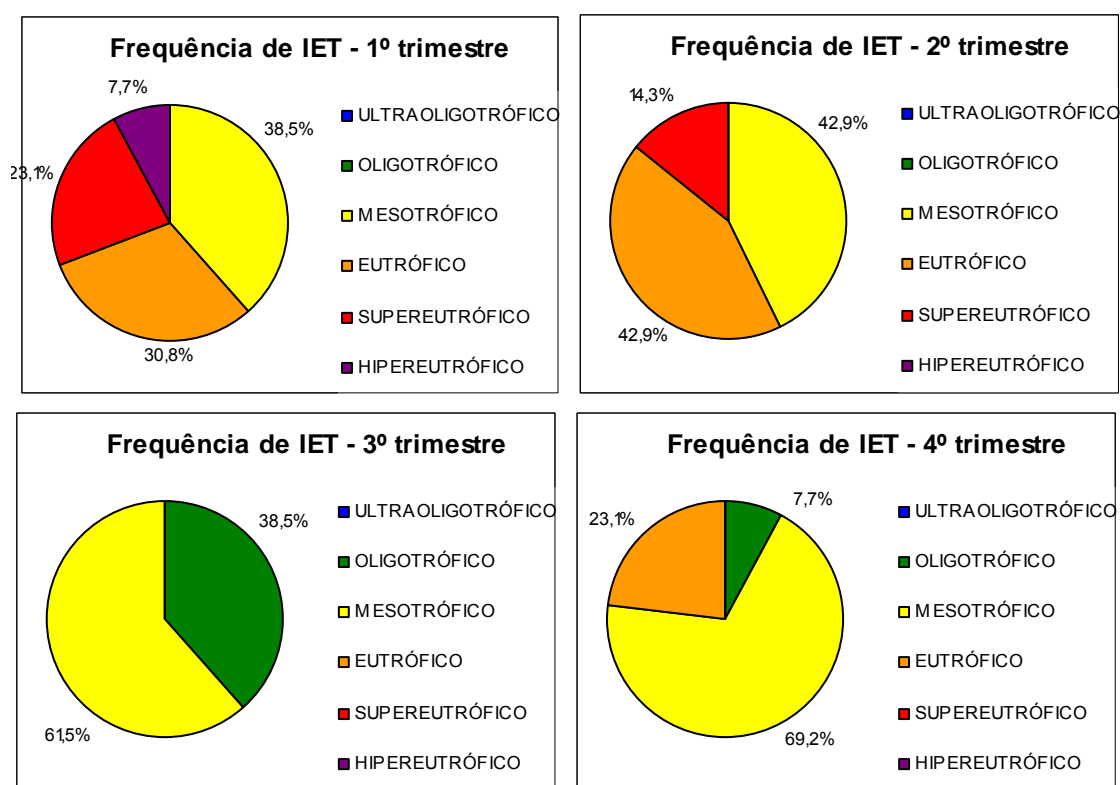
Os fatores que contribuíram para a eutrofização avançada da estação localizada no rio Paranaíba a montante do reservatório da Emborcação (PB005) se referem ao lançamento de esgoto sanitário e agricultura da região. As águas deste rio, por serem a montante de um reservatório, têm características lânticas, o que pode ser determinante para o resultado. Já na estação localizada no rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia (PB023), as condições apresentadas se referem aos lançamentos de esgoto sanitário provenientes da cidade de Uberlândia, além da agricultura e dos efluentes industriais de matadouros e curtumes localizados na região. As condições ambientais do rio Araguari a montante do reservatório de Nova Ponte (PB017) são influenciadas pela extração de fósforo na região, além de lançamento de efluentes sanitários e a cultura agrícola.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA

Na bacia do rio Jequitinhonha o grau de trofia Mesotrófico predominou em todos os trimestres amostrados no ano de 2008 com 38,5%, 42,9%, 61,5% e 69,2%, respectivamente (Figura 8.57).

O primeiro trimestre, período chuvoso, apresentou o maior número de registros de IET Hipereutrófico (7,7%), pois ainda propiciava boas condições para o crescimento da comunidade algal. Além disso, o aporte de fósforo através da poluição difusa que ocorre neste período, também contribuiu para a piora ocorrida no grau de trofia. No entanto, o segundo trimestre, com altos valores de turbidez, impossibilitou o crescimento do fitoplâncton e resultou no desaparecimento do grau de trofia Hipereutrófico (Figura 8.57).



**Figura 8.57:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico - IET na bacia do rio Jequitinhonha – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3, no ano de 2008.

O ponto localizado no rio Jequitinhonha na cidade de Almenara (JE023) apresentou o pior resultado de IET na bacia, classificado como Hipereutrófico. O aporte de esgoto sanitário, carga difusa e atividades de pecuária são os prováveis responsáveis pelos elevados níveis de fósforo. A elevação dos níveis de fósforo resultou, posteriormente, no desenvolvimento do fitoplâncton que por sua vez caracteriza o aumento da clorofila-a.

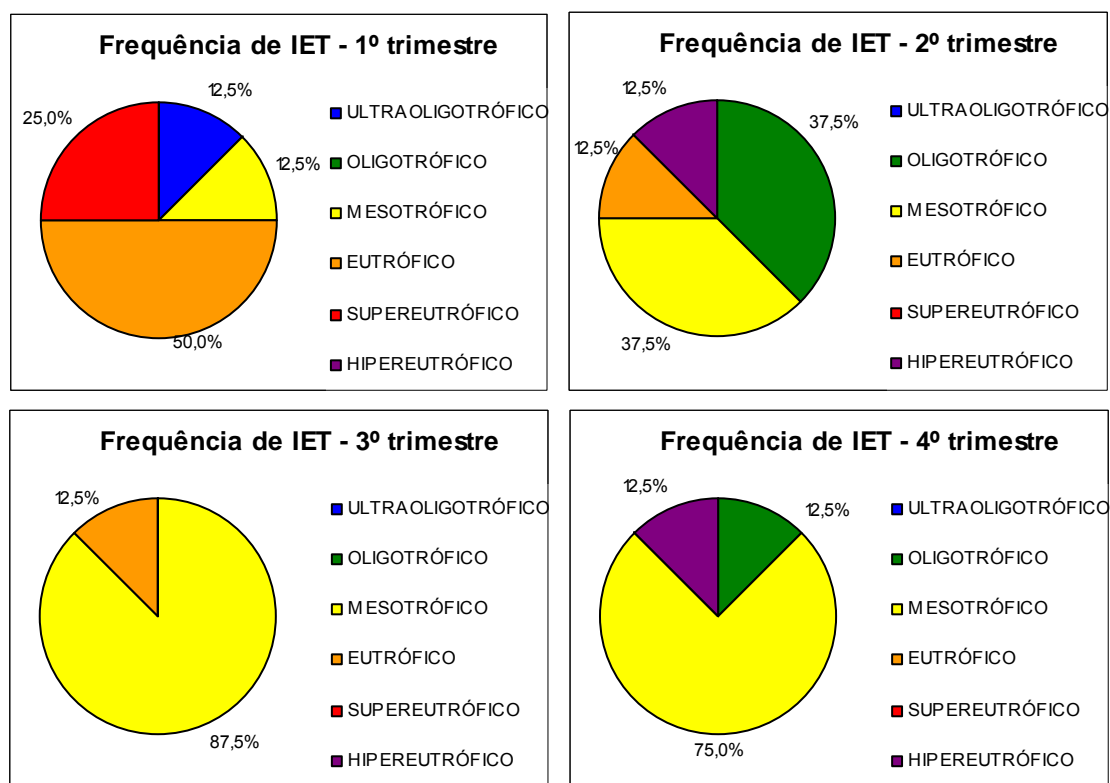


## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### BACIA DO RIO MUCURI

Na Figura 8.58 é apresentada a frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico – IET calculado por trimestre na bacia do rio Mucuri em 2008. Observou-se o predomínio do IET classificado como Mesotrófico no segundo (37,5%), terceiro (87,5) e quarto (75,0%) trimestres. No primeiro trimestre o IET classificado como Eutrófico foi predominante (50,0%).

Na presente avaliação, foram focados os pontos considerados mais críticos da bacia do rio Mucuri, ou seja, aqueles classificados no estado Hipereutrófico. Este grau de trofia obteve mais registros no segundo (12,5%) e quarto (12,5%) trimestres do ano de 2008.



**Figura 8.58:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na UPRH MU1 no ano de 2008.

As coletas trimestrais da bacia do rio Mucuri foram caracterizadas, em 2008, por estação chuvosa no primeiro trimestre, estação seca no terceiro trimestre e estações intermediárias no segundo e quarto trimestres. Este regime hidrológico definiu o comportamento do Índice de Estado Trófico da bacia.

No período chuvoso ocorre o aporte de nutrientes e a desestabilização do corpo de água. Estes nutrientes enriquecem o meio e são responsáveis pelo aumento da produtividade primária da bacia. Apesar do ambiente instável, a elevada presença de fósforo na época chuvosa torna o ambiente propício para o crescimento da comunidade algal. A primeira campanha de amostragem apresentou 50% dos

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

resultados em estado Eutrófico e 25% Supereutrófico, o que corrobora com a proximidade de um estado de eutrofização avançada (Hipereutrófico). Já a quarta campanha apresentou resultado Hipereutrófico na estação localizada no rio Todos os Santos a jusante da localidade de Pedro Versiani (MU007), que recebe todo o aporte da cidade de Teófilo Otoni, contribuindo para os registros da matéria algal.

Os piores resultados de IET registrados na bacia do rio Mucuri, ou seja, os maiores valores obtidos entre aqueles classificados como Hipereutrófico, foram nos pontos de amostragem localizados no rio Mucuri a jusante da confluência do ribeirão Marambaia (MU005) e no rio Todos os Santos a jusante da localidade de Pedro Versiani (MU007). O primeiro ponto apresentou-se Hipereutrófico na segunda campanha de amostragem com valor de 69,45 e o segundo ponto na quarta campanha, com valor de 72,02.

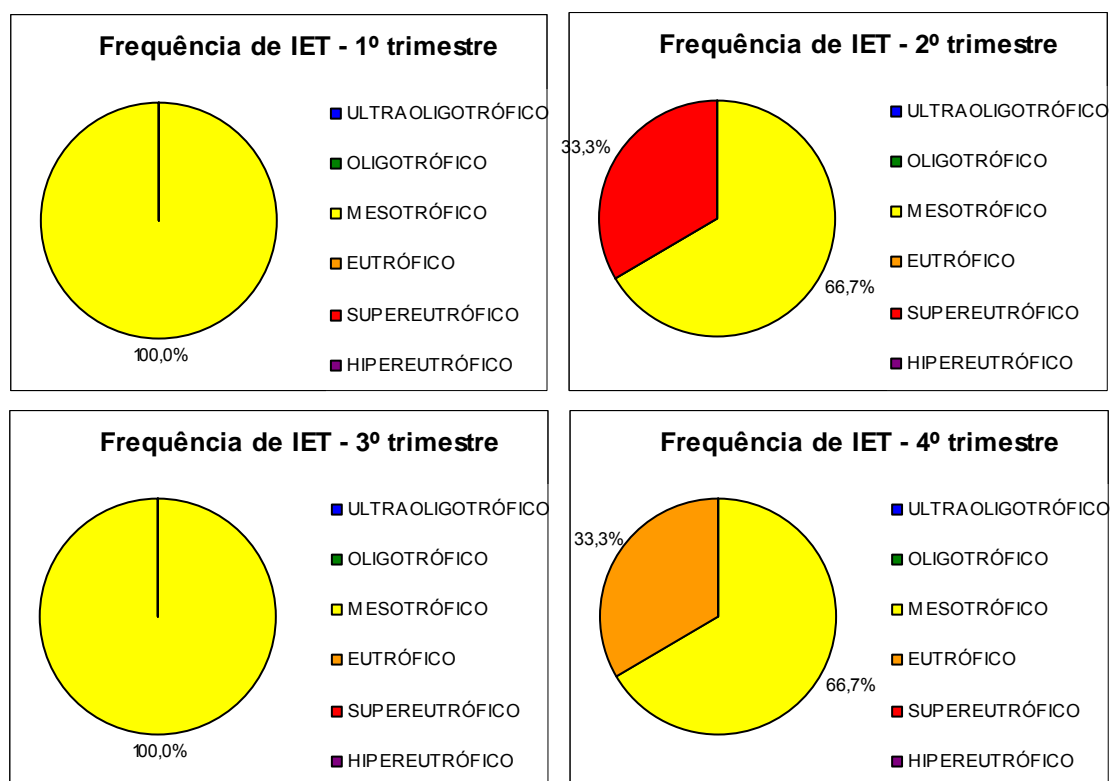
As condições apresentadas na estação localizada no rio Mucuri a jusante da confluência do ribeirão Marambaia (MU005) estão associadas diretamente aos lançamentos de esgoto sanitários da cidade de Novo Oriente de Minas, além das atividades de agricultura e pecuária desenvolvidas na região. A estação localizada no rio Todos os Santos a jusante da localidade de Pedro Versiani (MU007) apresentou esta condição devido ao aporte dos esgotos sanitários da cidade de Teófilo Otoni, além de efluentes industriais (açúcar e álcool, laticínios, curtume e abatedouros). Dessa forma, pode-se concluir que ambas as estações possuem elementos favoráveis à proliferação do fitoplâncton.

### BACIA DO RIO PARDO

Na Figura 8.59 é apresentada a frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico – IET calculado por trimestre na bacia do rio Pardo em 2008. Observou-se predomínio do IET classificado como Mesotrófico em todos os trimestres, no primeiro (100,0%), segundo (66,7%), terceiro (100,0%) e quarto (66,7%).

As coletas trimestrais da bacia do rio Pardo foram caracterizadas, em 2008, por estação chuvosa no primeiro trimestre, estação seca no terceiro trimestre e estações intermediárias no segundo e quarto trimestres. Este regime hidrológico definiu o comportamento do Índice de Estado Trófico da bacia.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 8.59:** Frequência de ocorrência do Índice de Estado Trófico das Águas – IET na UPGRH PA1 no ano de 2008.

O aporte de nutrientes para os corpos de água da bacia do rio Pardo é proveniente da agricultura da região, sendo, no entanto, insuficiente para caracterizar um processo de eutrofização avançado. Portanto, apesar de não haver registros Hipereutróficos nesta bacia, é necessário uma atenção maior a esse ambiente, dado que nestes corpos de água a condição para crescimento do fitoplâncton é ideal.

### 9 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA

A bacia do rio Paraopeba está localizada na região central do estado de Minas Gerais e possui uma área de 12.054 Km<sup>2</sup> que corresponde à 2,5% da área total do Estado. Abrange 48 municípios e 35 sedes municipais com uma população total de 930.560 habitantes. O rio Paraopeba, principal corpo de água da bacia, nasce no extremo sul da Serra do Espinhaço, município de Cristiano Ottoni, e percorre uma extensão de 510 km, segundo a direção N-NW, desaguardo na represa de Três Marias, município de Felixlândia. Seus principais afluentes da margem direita são: o rio Maranhão, rio Pequeri, ribeirão Casa Branca, ribeirão Grande, ribeirão Sarzedo, ribeirão Betim, ribeirão Macacos, ribeirão Cedro, ribeirão São João; na margem esquerda: rio Brumado, rio da Prata, rio Macaúbas, rio Manso, ribeirão Serra Azul e rio Pardo.

O clima predominante desta região é do tipo tropical de altitude com verões brandos, apresenta temperaturas amenas com média anual inferior a 20° C. No mês mais frio as temperaturas variam de 15° C a 19° C. A precipitação média anual varia de 1.200 a 1.600 mm. A área sul da bacia apresenta maior número de dias de chuvas que chega a 130 dias/chuvas/ano. A umidade relativa do ar alcança índices iguais ou superiores a 75% e a estação seca prolonga-se de maio a agosto.

A cobertura vegetal nativa predominante na bacia é representada pelas florestas de transição, cerrado e campos de altitude. A mata seca aparece relacionada a alguns tipos especiais de rochas, sobretudo de origem calcária. Os campos são encontrados nas áreas mais elevadas, relacionados aos solos que se originam de itabiritos, quartzitos e xistos. A agropecuária, mineração e o desenvolvimento urbano-industrial ocasionaram um progressivo desmatamento da vegetação original que se reduziu em pequenos remanescentes em unidades de conservação. Outras tipologias florestais degradadas encontram-se sob a forma de matas secundárias, capões e capoeiras.

A geologia se constitui de rochas pré-cambrianas, intensamente trabalhadas pela erosão diferencial, originando um relevo de formas movimentadas. Essas formas de relevo estrutural caracterizam-se por uma topografia acidentada, o que determinou o aprofundamento acentuado dos rios nas formações xistosas e filíticas, dando origem a vales profundos e amplos e o retardamento do processo erosivo sobre quartzitos.

No quadrilátero ferrífero, as unidades que compõem o Supergrupo Minas sustentam um conjunto de serras: Serra do Ouro Branco, Serra das Almas, Serra da Moeda, Serra da Calçada, Serra dos Três Irmãos, Serra dos Farrapos, Serra Azul e Serra da Samambaia. Nessas unidades encontra-se a formação Gandarela e Cauê que compõem de dolomitos, predominantemente de itabiritos dolomíticos, dolomitos ferruginosos, filitos e filitos dolomíticos. As formações de canga ferruginosa originaram longas cristas comuns na região meridional da bacia. No proterozóico superior foram formadas as rochas calcárias do grupo Bambuí, as quais ocorrem limitadas ao terço inferior da bacia do rio Paraopeba, onde ocorrem as formações Paraopeba e Três Marias.

Os dados gerais da sub-bacia do rio Paraopeba estão descritos na Tabela 9.1.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 9.1:** Dados gerais da sub-bacia do rio Paraopeba.

Área de Drenagem		12.054 km <sup>2</sup>
Sede municipal na bacia		35 municípios
População aproximada (IBGE, 2000)	Urbana	832.627 habitantes
	Rural	97.933 habitantes
Outorgas Superficiais vigentes em 2008		504,174 m <sup>3</sup> /s
Outorgas Subterrâneas vigentes em 2008		0,612 m <sup>3</sup> /s

### Usos do Solo

A atividade minerária é desenvolvida em toda a bacia. A exploração de minério de ferro e manganês ocorre na região do Quadrilátero Ferrífero e no alto e médio curso da bacia do rio Paraopeba, nos municípios de Brumadinho, Belo Vale, Ibirité, Sarzedo, Moeda, Ouro Branco e Congonhas. A produção de minério de ferro nesses municípios em grandes minas ultrapassa nove (9) milhões de tonelada/ano. Segundo Diagnóstico Ambiental do Vale do Paraopeba (SECT/MG, 1996): “as pequenas e médias minerações (10.000 a 100.000 ton/mês) de ferro no vale do Paraopeba localizam-se principalmente no divisor do rio Manso e do ribeirão Serra Azul, nas Serras Itatiaiuçu, Farofas e Três Irmãos.”

A extração de areia e argila é uma atividade de destaque na bacia e envolve principalmente os municípios de Cachoeira da Prata e Esmeraldas, sub-bacia do ribeirão São João, no baixo curso do Paraopeba. A lavra de areia é bastante simples, realizada a céu aberto através de dragas com bombas de sucção (chupadeiras) ou em cavas nas várzeas. A areia é transportada em caminhões caçamba sem nenhum beneficiamento e abastece, principalmente, o mercado de construção civil da região metropolitana de Belo Horizonte. Outra atividade minerária realizada é a lavra de ardósia que se concentra no baixo curso da bacia, com formação de cavas profundas e geração de grande quantidade de rejeitos, muitas vezes depositados nas margens dos corpos de água, conforme ilustrado na Figura 9.1.



**Figura 9.1:** Área de exploração de areia e de mineração de ardósia (pilha de rejeitos) às margens do rio Paraopeba.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

As atividades industriais, embora também estejam distribuídas por toda a região, destacam-se na sub-bacia do rio Maranhão, em Conselheiro Lafaiete, Ouro Branco e Congonhas, sub-bacia do ribeirão Sarzedo, em Ibirité, sub-bacia do rio Betim, em Betim, na sub-bacia do ribeirão dos Macacos, em Sete Lagoas e Cachoeira da Prata, bem como no município de Paraopeba (Figura 9.2). Sobressaem-se os ramos industriais metalúrgicos, têxtil, alimentício e químico. Destacam-se as atividades siderúrgicas localizadas em Betim, com alto desenvolvimento industrial, e urbanização na área que corresponde a Região Metropolitana de Belo Horizonte e a conurbação de Betim e Contagem.

Na agropecuária, a horticultura é destaque no alto e especialmente médio curso (Figura 9.2), com a produção voltada para o abastecimento da região metropolitana de Belo Horizonte. A pecuária extensiva é desenvolvida no baixo curso, onde também se concentram as monoculturas de eucaliptos que abastecem as siderúrgicas existentes nesta região



**Figura 9.2:** Siderúrgica localizada em Gagé e área de cultura às margens do rio Paraopeba.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### Usos da Água

As informações apresentadas sobre os usos da água foram embasadas nos dados de outorga concedidos pela Gerência de Monitoramento e Regularização Ambiental - GEARA/IGAM em dezembro de 2008.

A sub-bacia hidrográfica do rio Paraopeba é caracterizada principalmente pela presença dos seguintes tipos de uso dos recursos hídricos: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, mineração, dessedentação de animais, pesca e piscicultura. Estes usos estão relacionados às atividades econômicas dominantes na sub-bacia.

Segundo estimativa do Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba – CIBAPAR, a bacia possui cerca de 15.000 usuários.

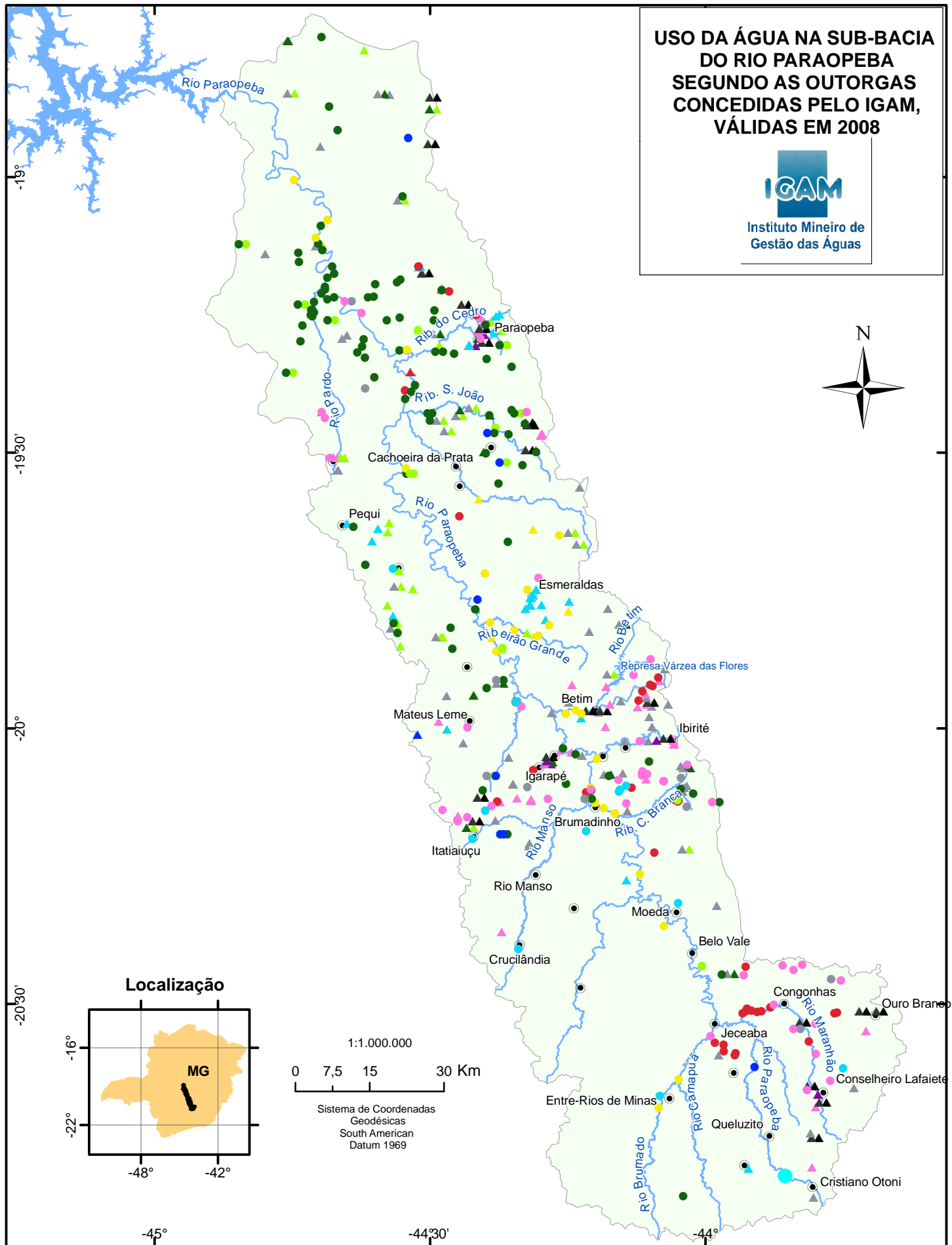
Em relação às outorgas vigentes, fez-se um levantamento de todos os usos licenciados na sub-bacia do rio Paraopeba até o presente ano. Observou-se que a distribuição dos usos é bastante irregular ao longo da sub-bacia do rio Paraopeba. O alto e médio cursos concentram os usos diversos, com destaque para o abastecimento humano, indústria e mineração. Já o baixo curso concentra principalmente o uso para irrigação e dessedentação de animais (Mapa 9.1).

As informações sobre as vazões outorgadas na sub-bacia do rio Paraopeba válidas em 2008 podem ser observadas através do Mapa 9.2, e assim como a distribuição dos usos, também se apresentou bastante diversificada. Contudo, os maiores volumes de água outorgados pelo IGAM estiveram na faixa de 0,0028 m<sup>3</sup>/s a 0,0042 m<sup>3</sup>/s no alto e médio cursos e de 0,0278 m<sup>3</sup>/s a 0,1111 m<sup>3</sup>/s para o baixo curso, tanto para uso de água superficial quanto de água subterrânea.

# USO DA ÁGUA NA SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA SEGUNDO AS OUTORGAS CONCEDIDAS PELO IGAM, VÁLIDAS EM 2008



Instituto Mineiro de Gestão das Águas



"Outros Usos Diversos" corresponde a usos pouco frequentes relacionados geralmente a desvios ou alterações da calha do curso de água, obras de contenção de encostas entre outros. Os usos correspondem às finalidades de captação, declaradas pelos usuários requisitantes de outorgas.

Fonte:

- Bases Digitais Geominas, 1995  
 - Dados de Outorgas - GEARA / IGAM  
 Gerência de Apoio a Regularização Ambiental  
 Dezembro de 2008  
 Edição: Setembro de 2009  
 DMFA - GEMOG  
 Rua Espírito Santo, 495/12°  
 031-3219-5797

## Legenda

● Sedes Municipais	<b>Usos da Água</b>	<b>Usos (Cor)</b>	■ Dessedentação de Animais	■ Mineração
~ Principais Rios	<b>Origem (Forma)</b>	■ Abastecimento	■ Indústria	■ Outros Usos Diversos
UPGRHS	● Superficial	■ Agroindústria	■ Irrigação	■ Outros Usos Agropecuários
	▲ Subterrânea	■ Aquicultura	■ Lavagem de Veículos	■ Paisagismo
		■ Consumo Humano		

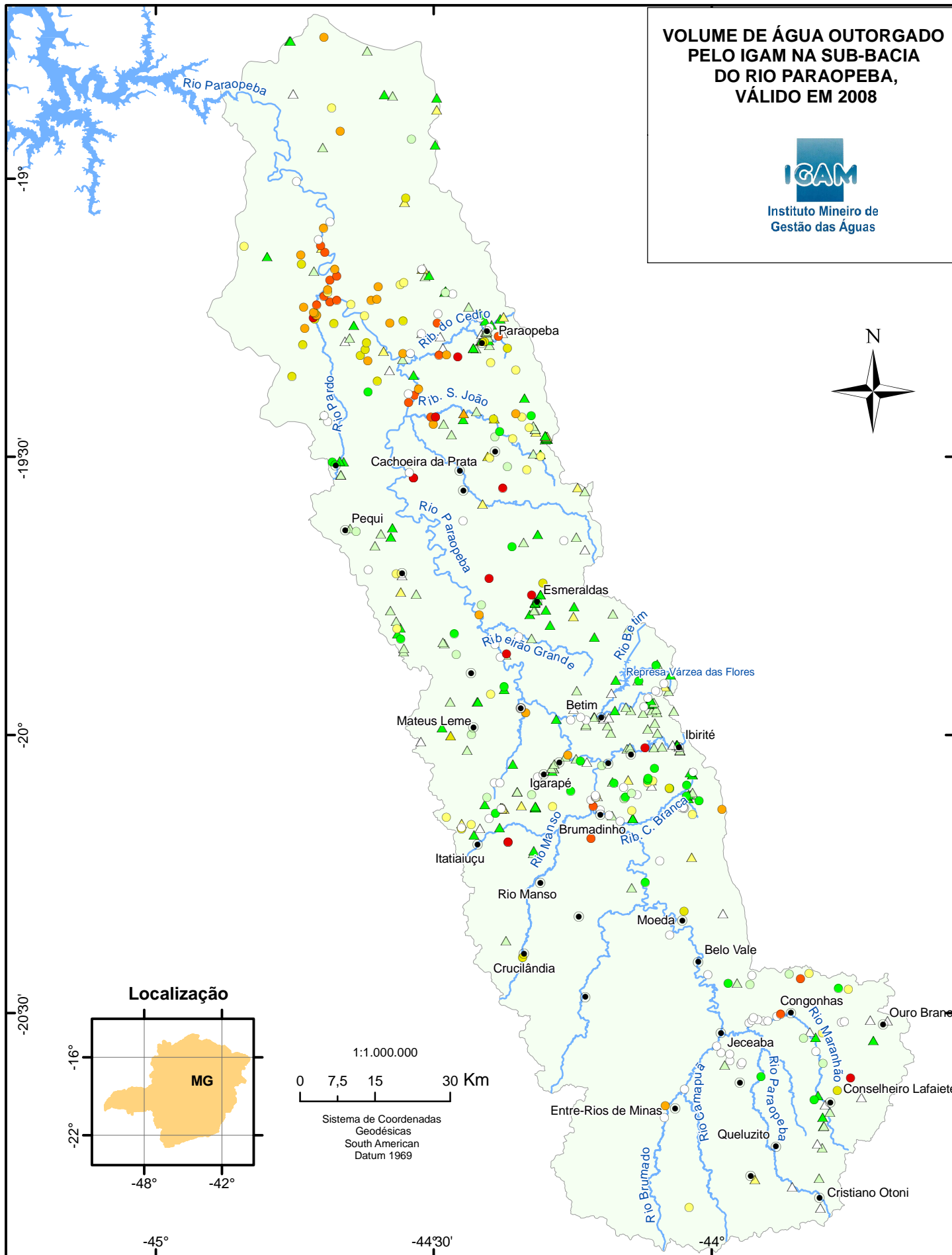
2008022607 - A4



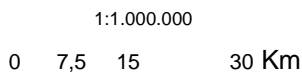
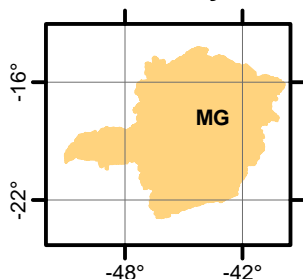
# VOLUME DE ÁGUA OUTORGADO PELO IGAM NA SUB-BACIA DO RIO PARAOPEBA, VÁLIDO EM 2008



Instituto Mineiro de Gestão das Águas



### Localização



1:1.000.000  
Sistema de Coordenadas Geodésicas South American Datum 1969

Os volumes de água concedidos não correspondem à vazão do corpo ou recurso hídrico, mas à quantidade de água que se permitiu captar durante o processo de outorga.

### Legenda

- Sedes Municipais
- ~ Principais Rios
- UPGRHs

### Usos da Água

- Origem (Forma)**
- Superficial
  - ▲ Subterrânea

### Vazão m³/s (Cor)

- Menos que 0,00279
- 0,00279 –| 0,001389
- 0,001390 –| 0,004167
- 0,004168 –| 0,013889

- 0,013890 –| 0,027778
- 0,027779 –| 0,055556
- 0,055557 –| 0,111111
- Mais que 0,111112

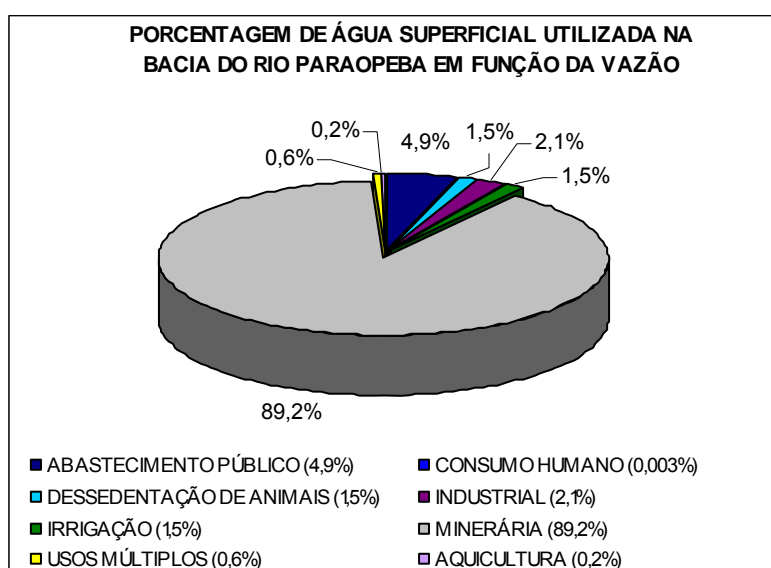
Fonte:  
- Bases Digitais Geominas, 1995  
- Dados de Outorgas - GEARA / IGAM  
Gerência de Apoio a Regularização Ambiental  
Edição: Setembro de 2009  
DMFA - GEMOG  
Rua Espírito Santo, 495/12°  
031-3219-5797

2008022707 - A4

Mapa 9.2: Volume de água outorgado pelo IGAM na sub-bacia do rio Paraopeba, válido em 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

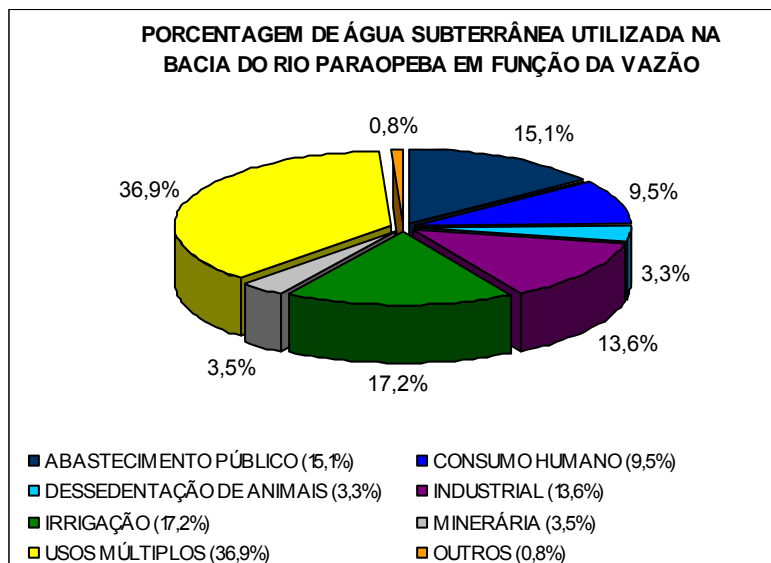
Quando se analisam os dados referentes ao uso da água em função da vazão, verifica-se que os maiores volumes de água superficial se destinam às atividades minerárias (89,2%), seguido do abastecimento público (4,9%) e dos usos industriais (2,1%) (Figura 9.3). Os demais usos estão distribuídos entre dessedentação de animais e irrigação (ambos 1,5%), usos múltiplos (0,6%) e aqüicultura (0,2%). Vale ressaltar que a categoria de usos múltiplos refere-se aos locais para onde um único registro de outorga foi realizado, porém com mais de um uso declarado pelo requerente. No caso da sub-bacia do rio Paraopeba, o uso das águas superficiais destinado aos usos múltiplos, prevalecem a dessedentação de animais e irrigação; aqüicultura e irrigação.



**Figura 9.3:** Porcentagem de água superficial utilizada na sub-bacia do rio Paraopeba em 2008, em função da vazão outorgada.

Em relação às águas subterrâneas na sub-bacia do rio Paraopeba, prevalecem as vazões outorgadas referentes aos usos múltiplos (36,9%), seguida pela irrigação (17,2%), abastecimento público (15,1%), industrial (13,6%), consumo humano (9,5%), atividades minerárias (3,5%), dessedentação de animais (3,3%) e outros (0,8), como pode ser verificado na Figura 9.4. Também neste caso, a categoria de usos múltiplos refere-se aos locais para onde um único registro de outorga foi realizado, porém com mais de um uso declarado pelo requerente. As finalidades encontradas no uso definido como “outros” são: lavagem de veículos, aspersão de vias e aqüicultura. Dentro da categoria usos múltiplos, a maior parte das águas subterrâneas foram destinadas ao consumo humano e consumo industrial; consumo humano e dessedentação de animais; consumo humano e lavagem de veículos; consumo humano e irrigação.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 9.4:** Porcentagem de água subterrânea utilizada na sub-bacia do rio Paraopeba em 2008, em função da vazão outorgada.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### Distribuição das Estações de Amostragem na sub-bacia do rio Paraopeba

A Tabela 9.2 apresenta a descrição das estações de amostragem monitoradas na sub-bacia do rio Paraopeba em ordem numérica crescente.

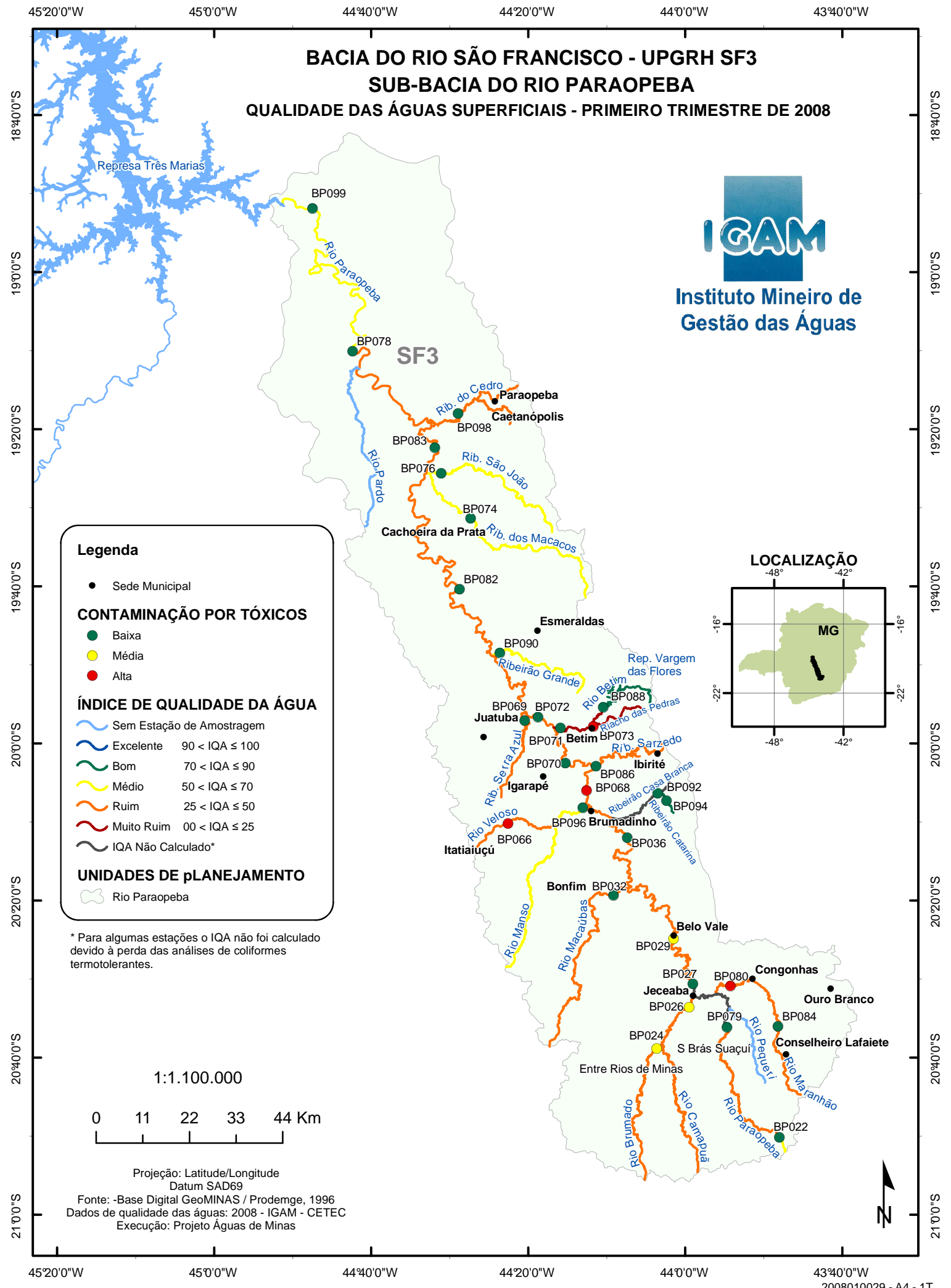
**Tabela 9.2:** Descrição das estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba.

Estação	Descrição	Latitude			Longitude			Altitude
BP022	Rio PARAOPEBA a montante de Cristiano Otoni, próximo da nascente	-20	50	08	-43	48	03	994
BP024	Rio BRUMADO antes de sua foz no Camapuã, a jusante de Entre Rios de Minas	-20	38	50	-44	03	38	852
BP026	Rio CAMAPUÃ na cidade de Jeceaba	-20	33	35	-43	59	31	840
BP027	Rio PARAOPEBA a jusante da cidade de Jeceaba, após a foz do Rio Camapuã	-20	30	36	-43	59	03	840
BP029	Rio PARAOPEBA na cidade de Belo Vale	-20	24	50	-44	01	31	800
BP032	Rio MACAÚBAS a jusante de Bonfim, antes de sua foz no rio Paraopeba	-20	19	19	-44	09	08	794
BP036	Rio PARAOPEBA na localidade de Melo Franco	-20	12	00	-44	07	23	760
BP066	Rio VELOSO a jusante de Itatiaiuçu	-20	10	13	-44	22	33	822
BP068	Rio PARAOPEBA no local denominado Fecho do Funil	-20	05	58	-44	12	36	720
BP069	Ribeirão SERRA AZUL em Juatuba	-19	57	03	-44	20	27	716
BP070	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo, próximo a cidade de São Joaquim de Bicas	-20	02	29	-44	15	16	720
BP071	Rio BETIM próximo de sua foz no Rio Paraopeba, em Betim	-19	58	03	-44	15	54	720
BP072	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Rio Betim, na divisa dos municípios de Betim e Juatuba	-19	56	37	-44	18	44	720
BP073	Riacho das Pedras (Ribeirão das AREIAS) em Betim antes de sua foz no rio Betim	-19	57	48	-44	11	43	803
BP074	Ribeirão MACACOS na cidade de Cachoeira da Prata, antes de sua foz no rio Paraopeba	-19	31	20	-44	27	21	690
BP076	Ribeirão SÃO JOÃO próximo de sua foz no Rio Paraopeba em Paraopeba	-19	25	34	-44	31	07	700
BP078	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Rio Pardo em Pompéu	-19	10	02	-44	42	24	650
BP079	Rio PARAOPEBA a montante da foz do Rio Pequeri em São Braz do Suaçuí	-20	36	08	-43	54	41	870
BP080	Rio MARANHÃO próximo de sua foz com o Rio Paraopeba, a jusante da cidade de Congonhas	-20	30	52	-43	54	16	850
BP082	Rio PARAOPEBA na localidade de São José em Esmeraldas	-19	40	22	-44	28	47	700
BP083	Rio PARAOPEBA logo após a foz do Ribeirão São João em Paraopeba	-19	22	20	-44	31	54	700
BP084	Rio MARANHÃO na localidade de Gagé em Conselheiro Lafaiete	-20	36	00	-43	48	13	900
BP086	Ribeirão SARZEDO próximo de sua foz no Rio Paraopeba em Mário Campos	-20	02	52	-44	11	23	720
BP088	Rio BETIM a jusante do Reservatório de Vargem das Flores em Betim	-19	54	42	-44	10	22	840
BP090	Ribeirão GRANDE a montante de sua foz no rio Paraopeba em Esmeraldas	-19	48	29	-44	23	37	720
BP092	Ribeirão CASA BRANCA à montante da confluência com o Ribeirão Catarina em Casa Branca, Brumadinho	-20	06	22	-44	03	31	920
BP094	Ribeirão CATARINA à montante da confluência com o Ribeirão Casa Branca, em Casa Branca, Brumadinho	-20	07	15	-44	02	24	910
BP096	Rio MANSO próximo de sua confluência com o rio Paraopeba em Brumadinho	-20	08	11	-44	13	03	827
BP098	Ribeirão do CEDRO próximo de sua foz no rio Paraopeba em Caetanópolis.	-19	17	57	-44	28	56	676
BP099	Rio PARAOPEBA a montante de sua foz na barragem de Três Marias	-18	50	50	-44	57	19	516

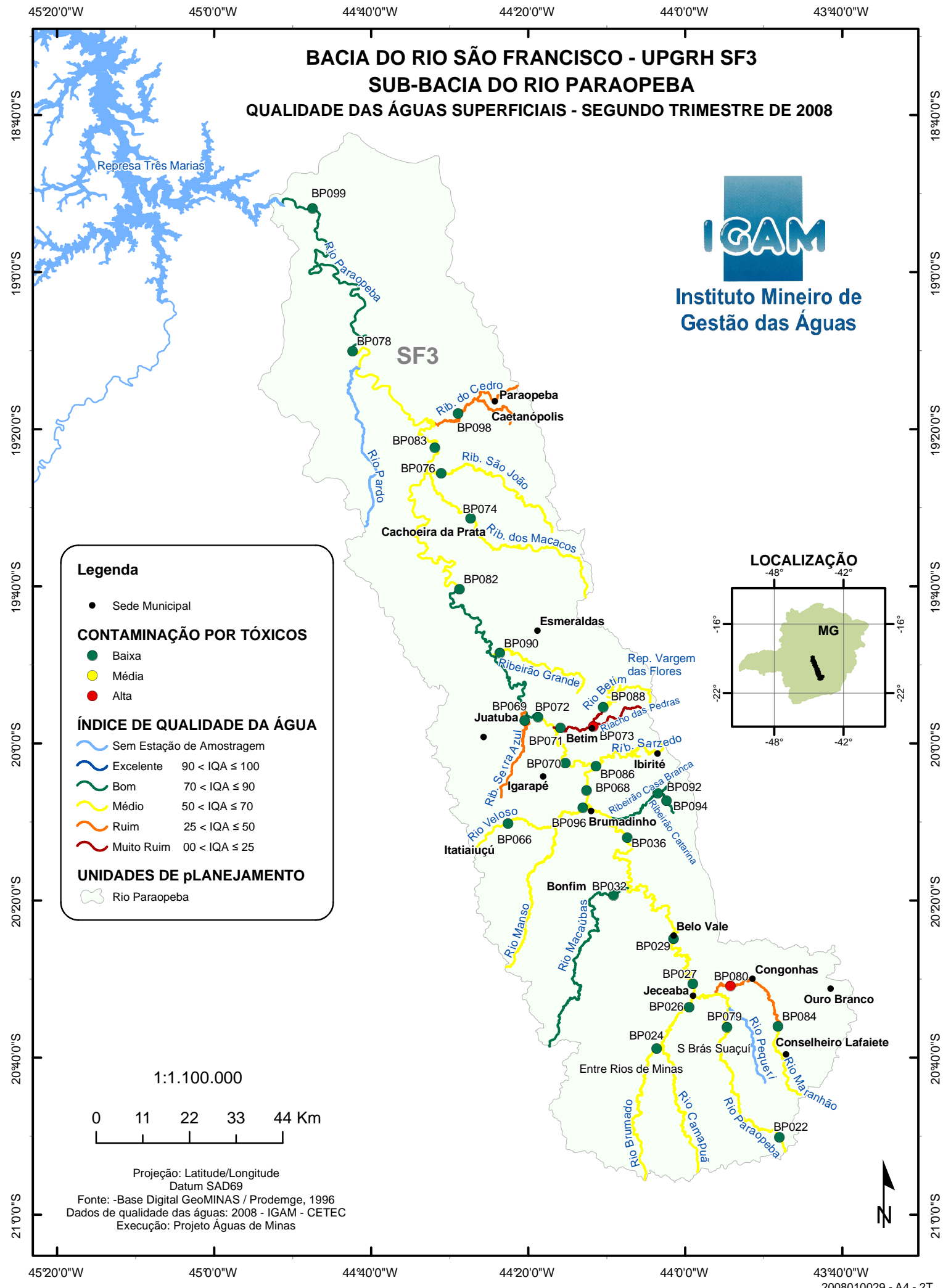
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### Qualidade das Águas Superficiais

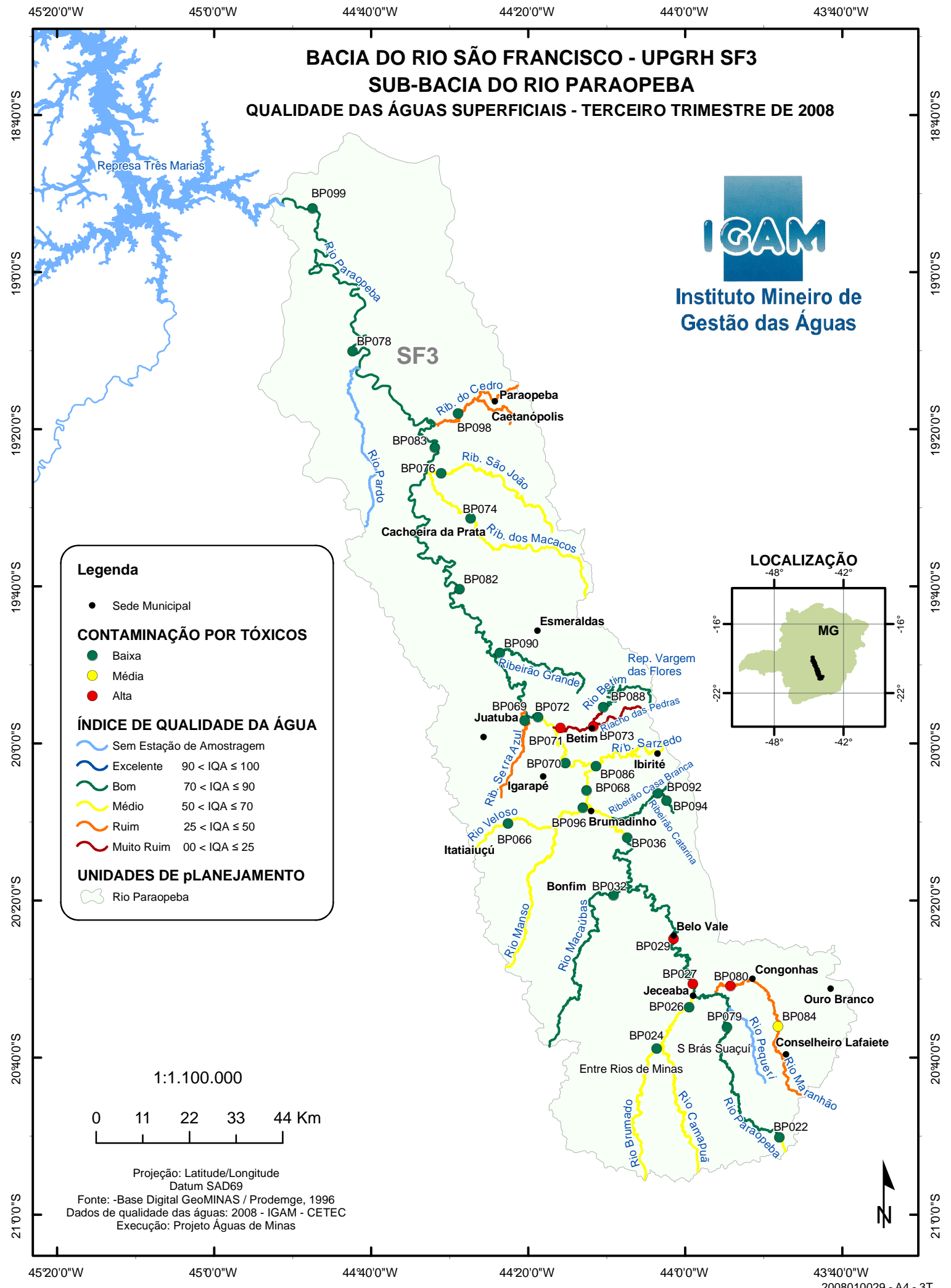
Os Mapas 9.3 a 9.6 apresentam a distribuição espacial das estações de amostragem monitoradas na sub-bacia do rio Paraopeba, a Contaminação por Tóxicos - CT e o Índice de Qualidade das Águas – IQA para cada trimestre de 2008. O Mapa 9.7 mostra a CT e a média anual do IQA para as estações de amostragem em que foi possível calcular a média aritmética desse indicador, considerando-se as quatro campanhas de monitoramento realizadas em 2008.



Mapa 9.3: Qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Paraopeba no primeiro trimestre de 2008 – UPGRH SF3.

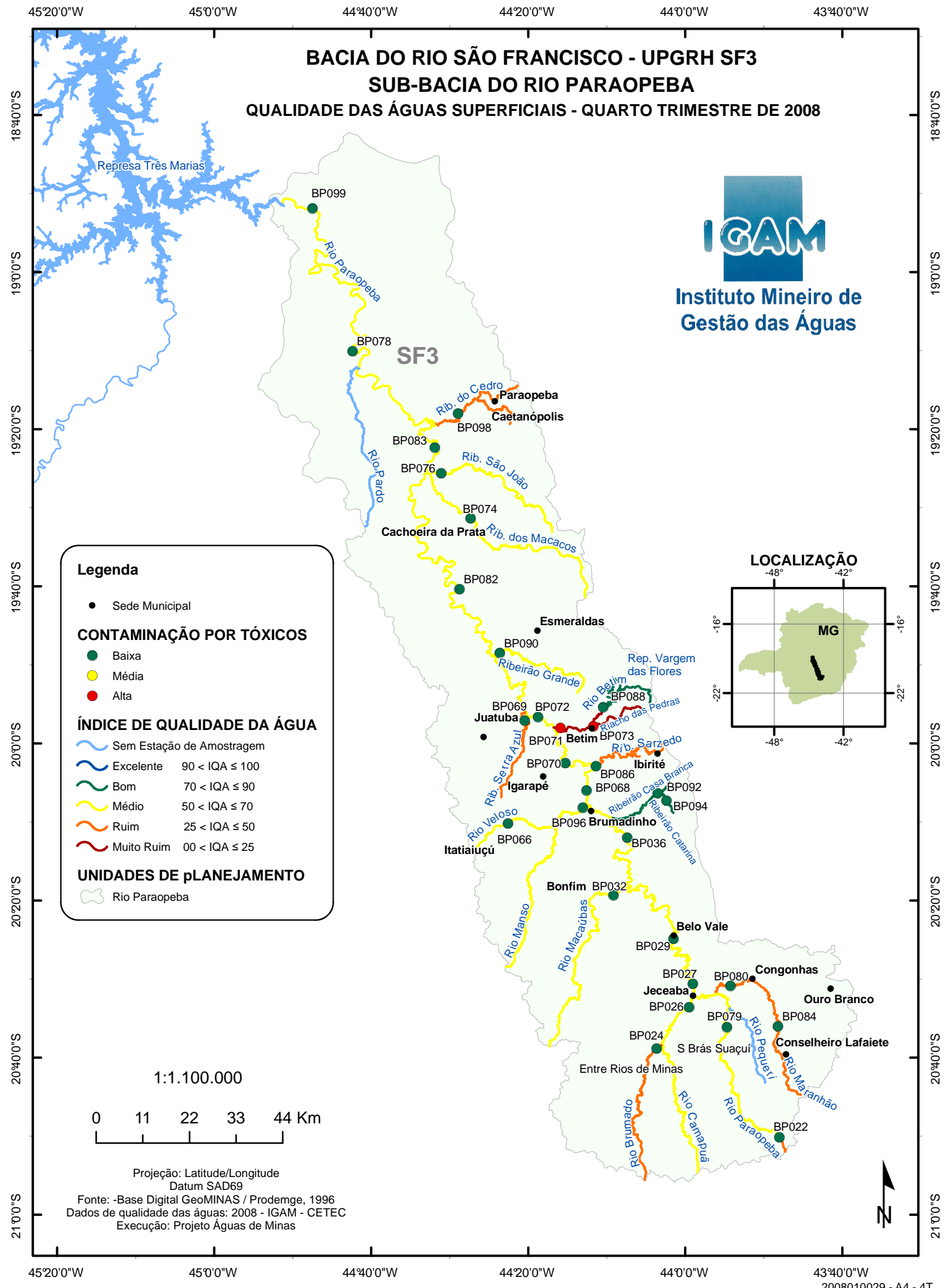


Mapa 9.4: Qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Paraopeba no segundo trimestre de 2008 – UPGRH SF3.

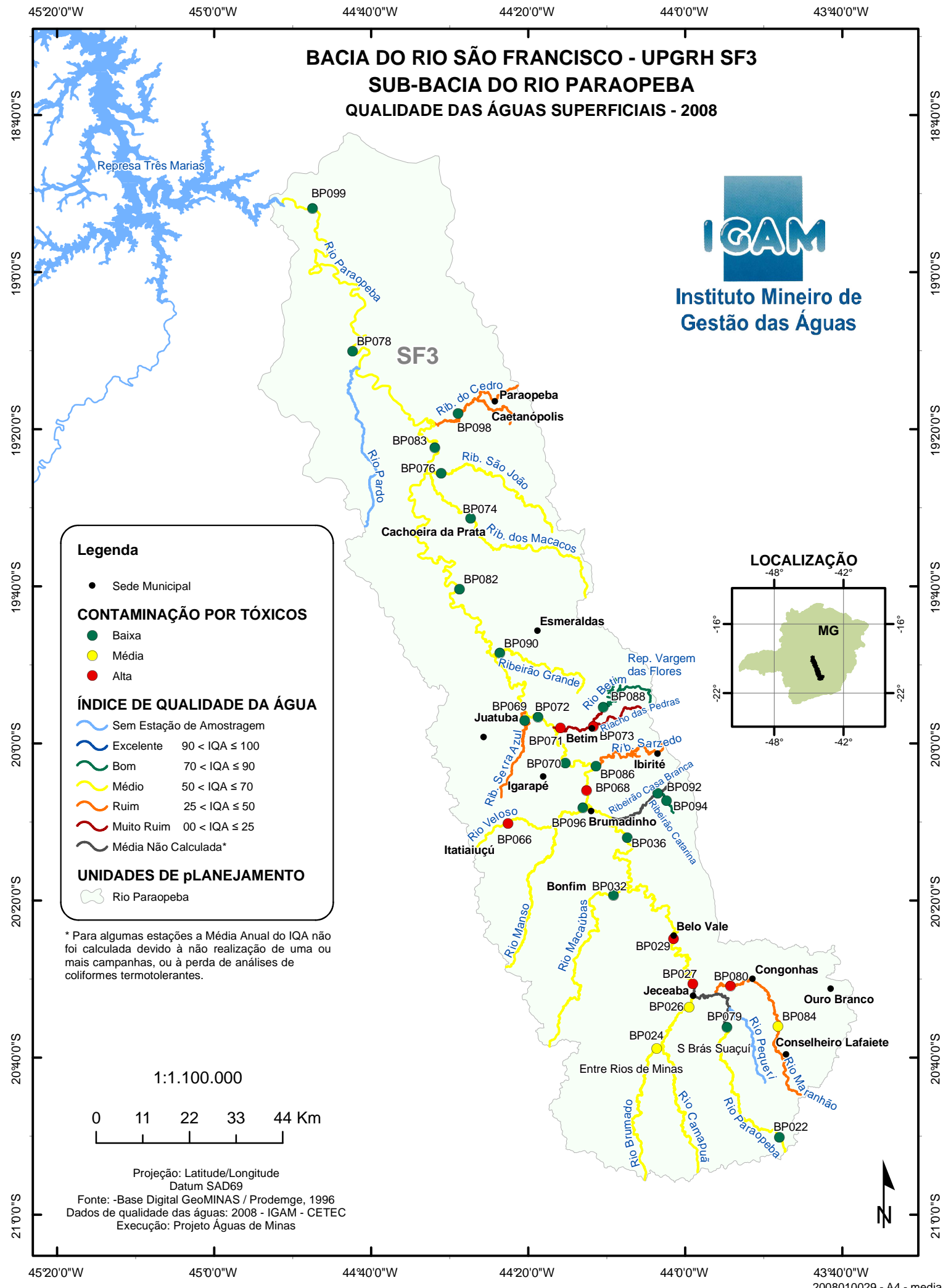


Mapa 9.5: Qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Paraopeba no terceiro trimestre de 2008 – UPGRH SF3.





Mapa 9.6: Qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Paraopeba no quarto trimestre de 2008 – UPGRH SF3.



Mapa 9.7: Qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Paraopeba em 2008 – UPGRH SF3.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### Enquadramento das Águas Superficiais

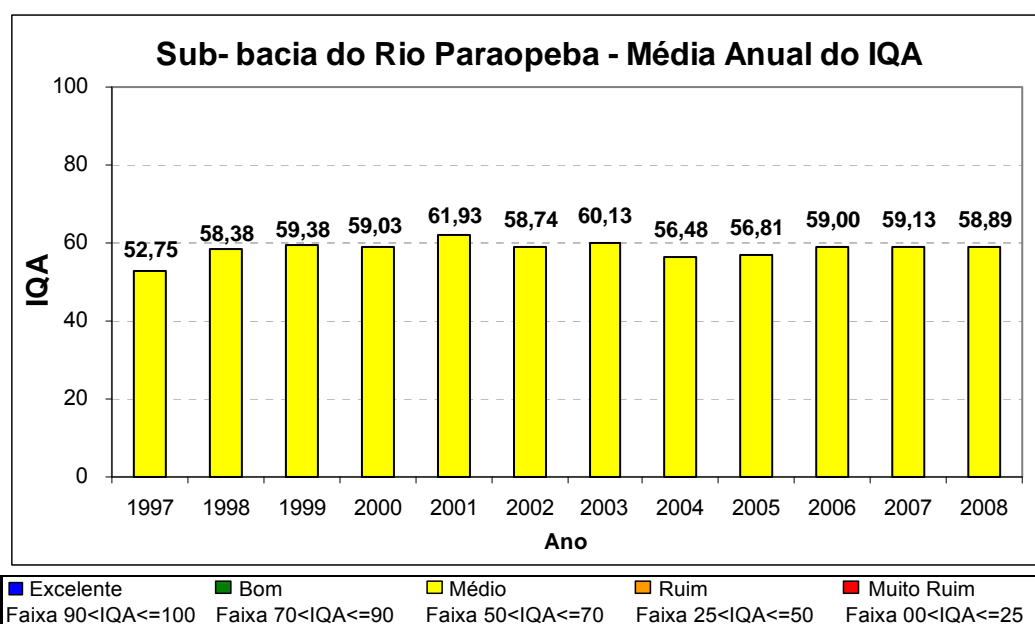
As águas da sub-bacia do rio Paraopeba foram enquadradas segundo a Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995.

### 10 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2008

#### 10.1 Rio Paraopeba e seus afluentes

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

A evolução temporal da média anual do IQA no período de 1997 a 2008 demonstra predomínio do nível Médio na qualidade das águas da sub-bacia do rio Paraopeba (Figura 10.1).



**Figura 10.1:** Evolução Temporal da média anual do IQA na sub-bacia do rio Paraopeba.

### 10.1.1 Rio Paraopeba

#### UPGRH: SF3

**Estações de Amostragem:** BP022, BP079, BP027, BP029, BP036, BP068, BP070, BP072, BP082, BP083, BP078 e BP099.

A média anual de 2008 do Índice de Qualidade das Águas – IQA apresentou condição de IQA Médio em todas as estações de amostragem do rio Paraopeba, com exceção para o ponto localizado a jusante de Jeceaba após a foz do rio Camapuã (BP027), onde não foi possível calcular a média anual deste índice devido à falta de informações relativas ao parâmetro coliformes termotolerantes. Entretanto, nesta estação predominou também o IQA Médio, resultado encontrado em dois dos três trimestres calculados.

Nenhuma estação de amostragem se destacou por ocorrência de IQA Muito Ruim nas campanhas trimestrais. As águas que mostraram pior qualidade ao longo das campanhas de 2008 foram aquelas coletadas no rio Paraopeba a montante de Cristiano Otoni (BP022), em Fecho do Funil (BP068), a jusante da foz do ribeirão Sarzedo (BP070) e a jusante do rio Betim (BP072), com um registro na faixa Ruim. A situação mais favorável, em termos de IQA, foi observada no ponto de coleta localizado no rio Paraopeba a montante da foz da barragem de Três Marias (BP099), com ocorrência de IQA Bom em duas campanhas de amostragem. Os parâmetros que influenciaram estes resultados de IQA foram principalmente coliformes termotolerantes e turbidez.

A contagem de coliformes termotolerantes ultrapassou o limite estabelecido na legislação, em pelo menos duas das quatro campanhas de 2008, em todas as estações amostradas ao longo do rio Paraopeba, como ilustrado na Figura 10.2. Os valores alcançados constituem um indicador de relevância da degradação das águas desse corpo de água em função dos lançamentos de esgotos sanitários. Os trechos mais críticos estão no rio Paraopeba a montante de Cristiano Otoni (BP022), em Fecho do Funil (BP068), a jusante do ribeirão Sarzedo (BP070) e a jusante do rio Betim (BP072), que apresentaram desconformidade nas quatro campanhas de amostragem.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

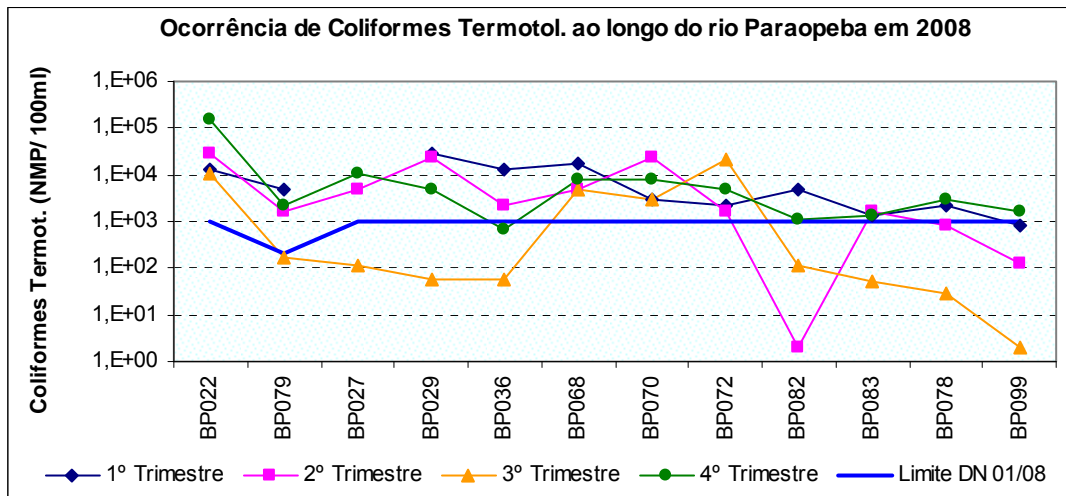


Figura 10.2: Ocorrência de coliformes termotolerantes ao longo do rio Paraopeba em 2008.

Em relação ao fósforo total, apenas as estações localizadas no rio Paraopeba a montante de Cristiano Otoni (BP022), a jusante de Jeceaba (BP027) e a montante de Três Marias (BP099) não apresentaram resultados acima do limite legal no ano de 2008. Os valores acima deste limite apresentaram-se entre 0,11 e 0,26 mg/L P e confirmam o impacto dos lançamentos de esgotos sanitários e industriais de municípios como Brumadinho, Betim, Ibirité e Esmeraldas nos corpos de água desta sub-bacia, de acordo com as representações gráficas da Figura 10.3 a seguir.

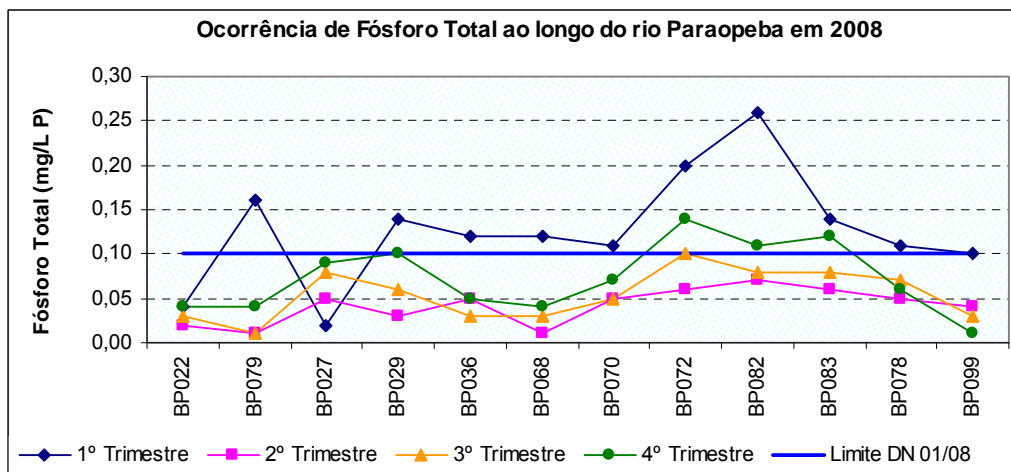
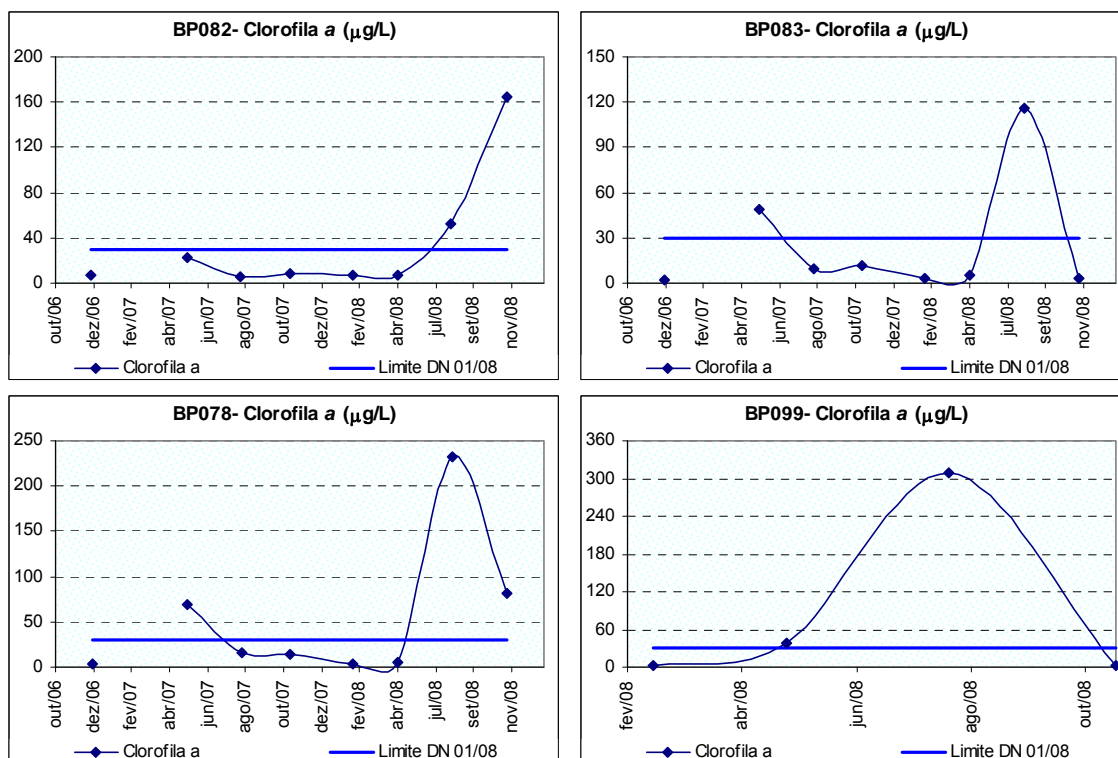


Figura 10.3: Ocorrência de fósforo total ao longo do rio Paraopeba em 2008.

A concentração de clorofila-a ultrapassou o limite estabelecido nos pontos do rio Paraopeba na localidade de São José em Esmeraldas (BP082), logo após a foz do ribeirão São João (BP083), a jusante da foz do rio Pardo (BP078) e a montante de sua foz na barragem de Três Marias (BP099), especialmente nas campanhas secas, como pode ser observado na Figura 10.4. Estes resultados elevados são indicativos de alta densidade de fitoplâncton, provavelmente em decorrência de concentrações elevadas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

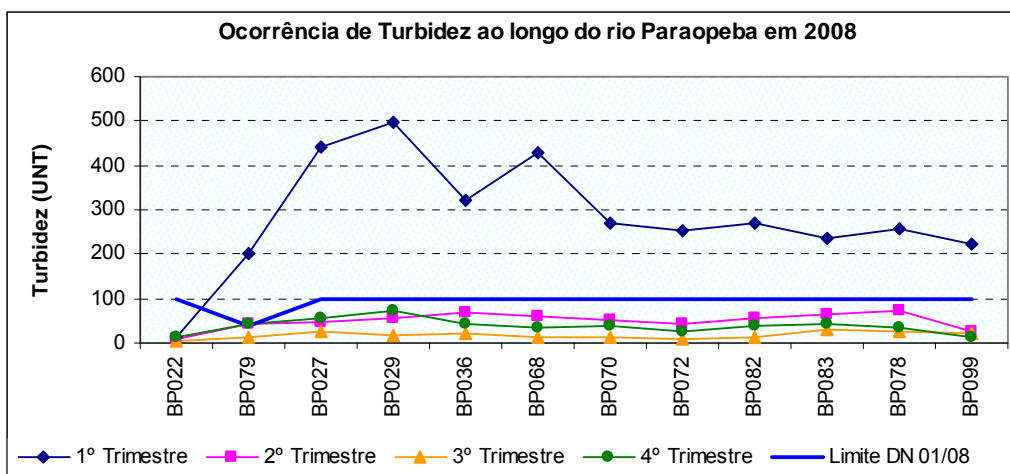
de nutrientes (nitrogênio e fósforo) provenientes dos lançamentos de esgotos sanitários.



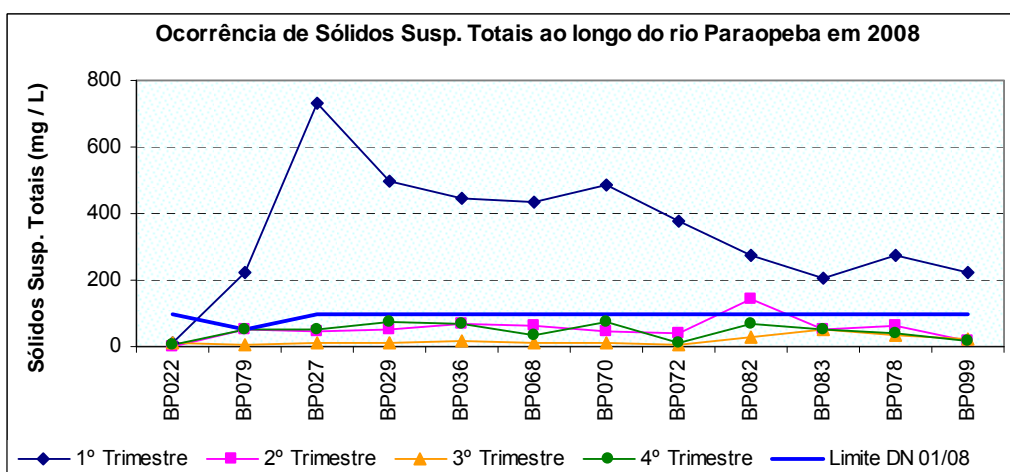
**Figura 10.4:** Ocorrências de clorofila-a ao longo do rio Paraopeba na localidade de São José em Esmeraldas (BP082), após a foz do ribeirão São João (BP083), a jusante da foz do rio Pardo (BP078) e a montante da foz de Três Marias (BP099), ao longo do período de monitoramento.

Os resultados de turbidez apresentaram desconformidade com o limite legal da classe de enquadramento em todas as estações de amostragem do rio Paraopeba, em pelo menos uma das quatro campanhas de 2008, com exceção do ponto localizado próximo à nascente, a montante de Cristiano Otoni (BP022), como mostrado na Figura 10.5. Observou-se, ainda, ocorrência elevada de sólidos em suspensão totais nas águas de todo o rio Paraopeba, a partir da estação localizada a montante de Cristiano Otoni (BP022), na primeira campanha de amostragem (Figura 10.6). Ambos os resultados, elevados nos meses de chuva, evidenciam o carreamento de sólidos para este corpo de água em função do mau uso do solo.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



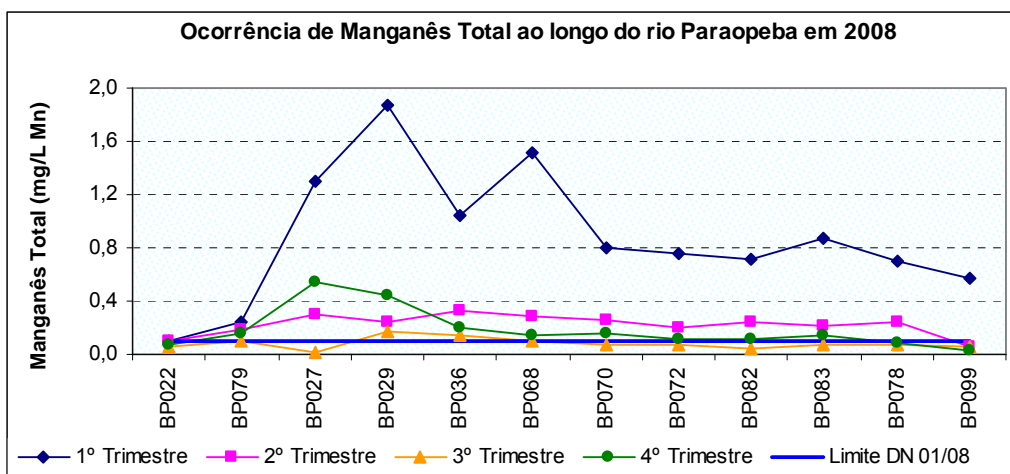
**Figura 10.5:** Ocorrência de turbidez ao longo do rio Paraopeba em 2008.



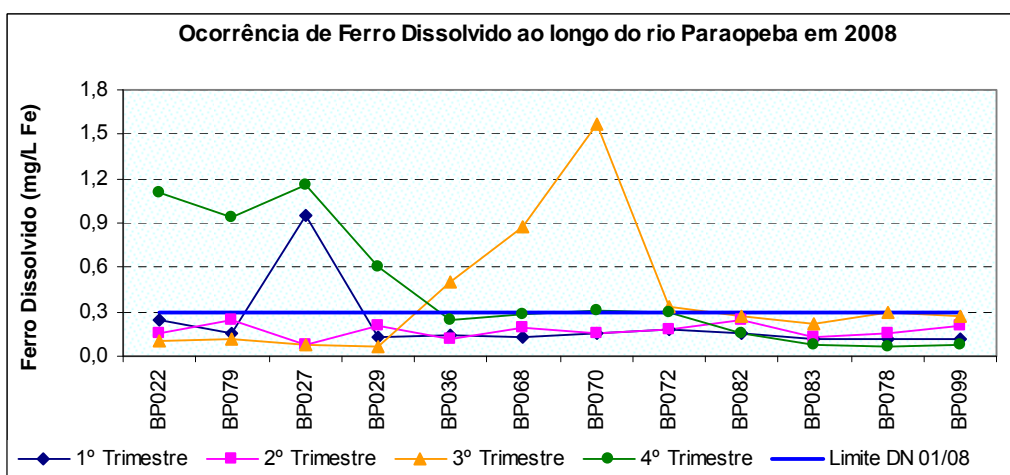
**Figura 10.6:** Ocorrência de sólidos em suspensão totais ao longo do rio Paraopeba em 2008.

Em relação aos metais, o manganês total violou o limite legal na primeira campanha, referente ao período chuvoso, em todas as estações de amostragem do rio Paraopeba (Figura 10.7). O ferro dissolvido também apresentou desconformidades em várias estações de monitoramento ao longo deste rio, com destaque para aquela localizada a jusante de Jeceaba (BP027) no período chuvoso, primeira e quarta campanhas, e aquela localizada a jusante da foz do ribeirão Sarzedo, próximo a cidade de São Joaquim de Bicas (BP070) na terceira campanha, cujo valor foi 5,0 vezes superior ao limite legal (Figura 10.8). A degradação das margens e a erosão avançada observada ao longo das margens do rio Paraopeba são aspectos característicos da bacia que contribuem para a ocorrência destes metais no corpo de água e determinam a poluição difusa da região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.7:** Ocorrência de manganês total ao longo do rio Paraopeba em 2008.



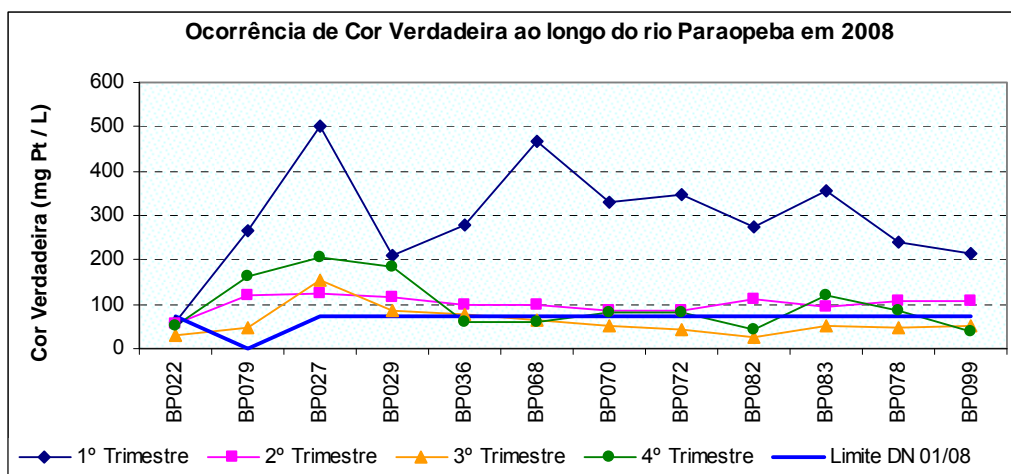
**Figura 10.8:** Ocorrência de ferro dissolvido ao longo do rio Paraopeba em 2008.

Os resultados de cor verdadeira obtidos no monitoramento do rio Paraopeba encontraram-se acima do limite legal na primeira campanha de 2008 (período chuvoso) em todas as estações de amostragem, exceto na estação próxima à nascente a jusante de Cristiano Otoni (BP022).

A estação localizada no rio Paraopeba a montante da foz do rio Pequeri em São Braz do Suaçuí (BP079), classificada como Classe 1, e que sendo assim de acordo com a DN COPAM/CERH 01/08 deve apresentar “cor natural”, também apresentou valores elevados em todas as campanhas de amostragem. A cor da água pode ser consequência de metais dissolvidos como ferro e manganês, podendo também ser originada da decomposição de matéria orgânica, principalmente dos vegetais. A representação gráfica de cor verdadeira ao longo das estações do rio Paraopeba pode ser vista na Figura 10.9 a seguir.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

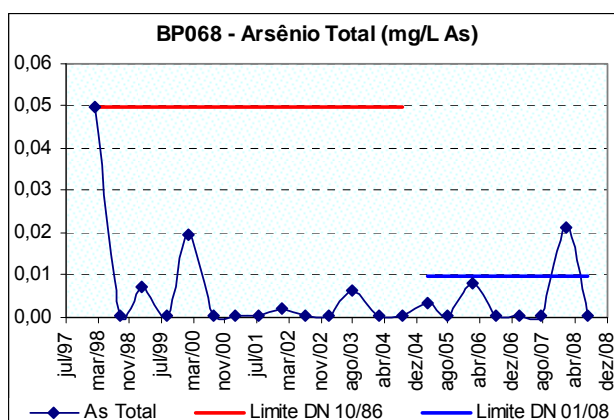


**Figura 10.9:** Ocorrência de cor verdadeira ao longo do rio Paraopeba em 2008.

A Contaminação por Tóxicos em 2008 apresentou ocorrência de CT Alta em três das doze estações monitoradas ao longo do rio Paraopeba, configurando uma piora em relação a 2007 quando nenhum contaminante tóxico apresentou concentração superior a 100% dos limites legais vigentes no período. Os parâmetros responsáveis pelo resultado de CT Alta no rio Paraopeba foram o cianeto total na terceira campanha nas estações localizadas na cidade de Jeceaba (BP027) e na cidade de Belo Vale (BP029) e o arsênio total na primeira campanha na localidade de Fecho do Funil (BP068), como observado na Figura 10.10.

O limite da DN COPAM/CERH 01/08 para cianeto livre está sendo utilizado para os valores de cianeto total a título de comparação, 0,005 mg/L CN<sup>-</sup> para corpos de água das Classes 1 e 2. O cianeto está associado às atividades industriais como siderurgia, galvanoplastia, fecularia, produção de ferro gusa e têxtil, possivelmente localizadas em Jeceaba e Belo Vale. Contudo, é importante ressaltar que a ocorrência de cianeto observada na estação BP027 foi a primeira registrada no período de monitoramento (1997 a 2008) e a estação BP029 não apresenta violação de cianeto desde fevereiro de 2001. Já a ocorrência de arsênio total é ocasional, provavelmente derivada de herbicidas e inseticidas utilizados em culturas agrícolas de Brumadinho e região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.10:** Ocorrência de arsênio total no rio Paraopeba na localidade de Fecho do Funil (BP068) no período de 1998 a 2008.

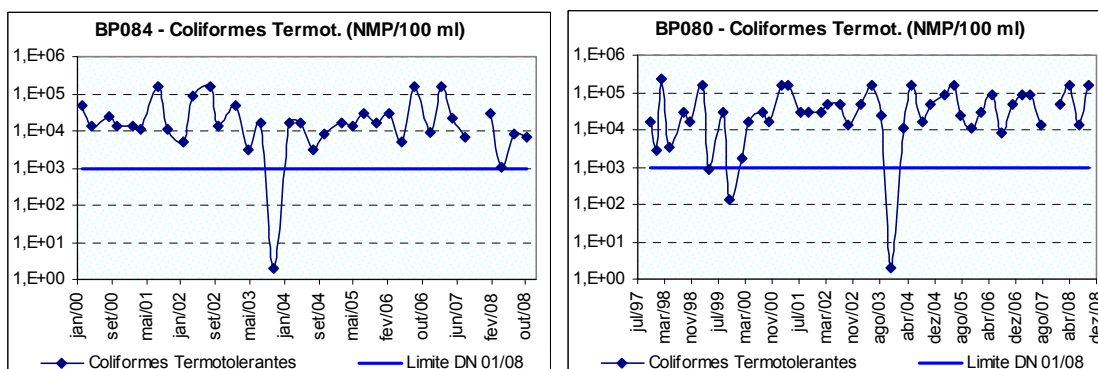
### 10.1.2 Rio Maranhão

#### UPGRH: SF3

Estações de Amostragem: BP084 e BP080

O rio Maranhão, tanto na localidade de Gagé (BP084) quanto a jusante da cidade de Congonhas (BP080), apresentou média anual do IQA na faixa Ruim em 2008. As variáveis que mais contribuíram para essa condição foram coliformes termotolerantes, turbidez e oxigênio dissolvido (OD).

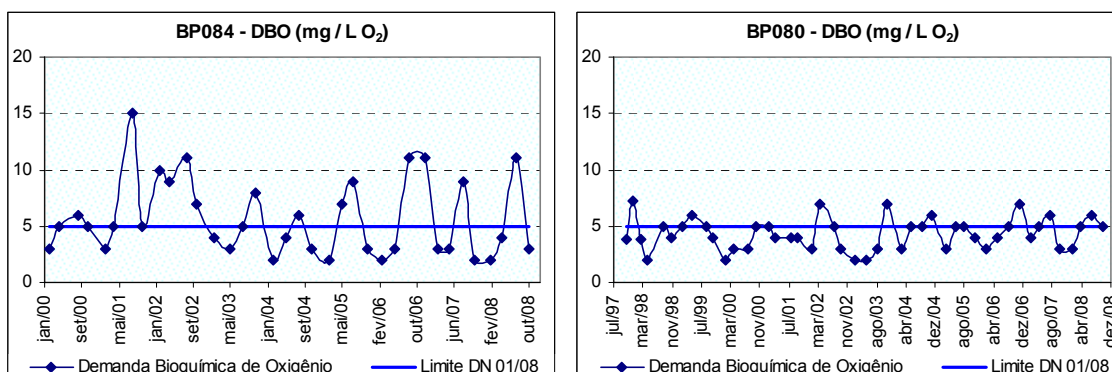
A contagem de coliformes termotolerantes apresentou desconformidades com o limite estabelecido na legislação para corpos de água de Classe 2 em todas as quatro campanhas em 2008, em ambas as estações de coleta, demonstrando o impacto dos lançamentos de esgotos sanitários dos municípios de Congonhas e Conselheiro Lafaiete na degradação das águas deste corpo de água (Figura 10.11).



**Figura 10.11:** Ocorrências de coliformes termotolerantes no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e a jusante de Congonhas (BP080) no período de monitoramento.

O valor da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) excedeu o limite estabelecido na legislação nas duas estações de amostragem localizadas no rio Maranhão no terceiro trimestre do ano de 2008 (Figura 10.12).

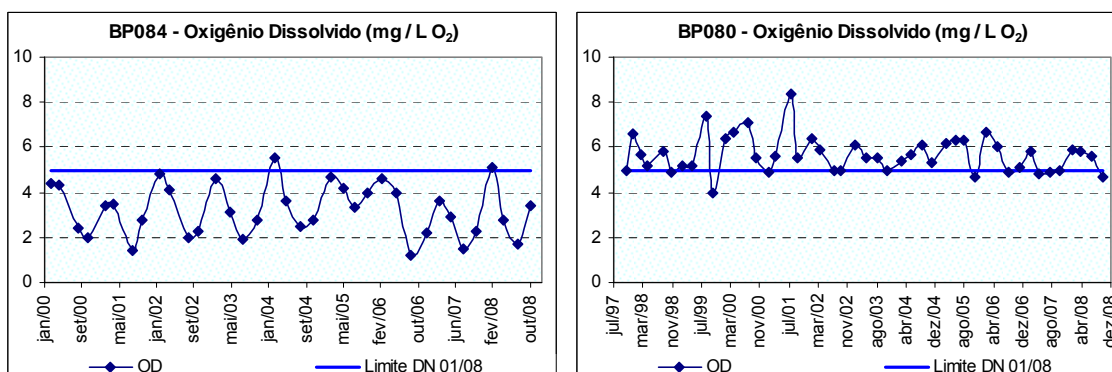
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.12:** Ocorrências de demanda bioquímica de oxigênio no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e próximo à sua foz no rio Paraopeba (BP080) no período de monitoramento.

O teor de oxigênio dissolvido (OD) do rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) violou o limite legal na segunda, terceira e quarta campanhas de monitoramento. Já na estação localizada no rio Maranhão a jusante da cidade de Congonhas (BP080) se apresentou em desacordo com o limite de Classe 2 apenas na quarta campanha, como ilustrado na Figura 10.13.

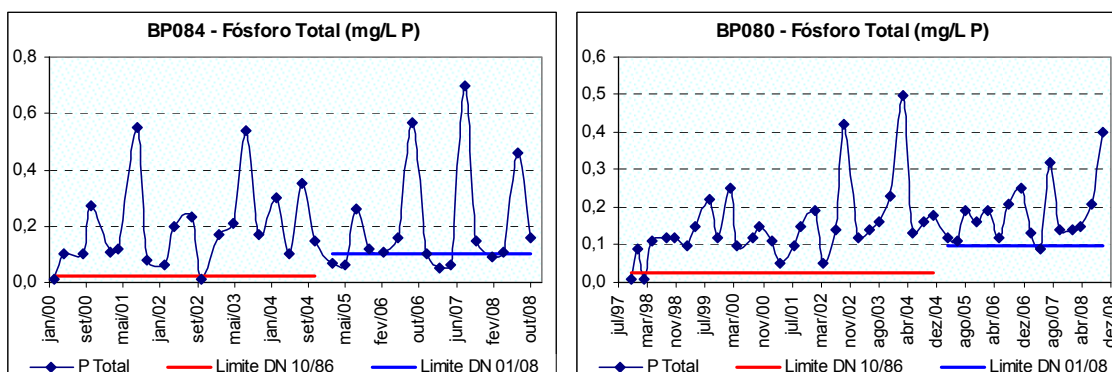
Tanto os resultados de OD quanto de DBO confirmam a contribuição dos esgotos sanitários das cidades de Congonhas e Conselheiro Lafaiete para a degradação da qualidade das águas do rio Maranhão, principalmente no trecho inicial de seu curso.



**Figura 10.13:** Ocorrência do oxigênio dissolvido no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e próximo à sua foz no rio Paraopeba (BP080) no período de monitoramento.

Como observado na Figura 10.14 a concentração de fósforo total excedeu o limite da legislação no rio Maranhão na segunda, terceira e quarta campanhas na localidade de Gagé (BP084), e em todas as campanhas do ano na estação monitorada a jusante da cidade de Congonhas (BP080). Os resultados reforçam a interferência dos despejos dos municípios de Congonhas e Conselheiro Lafaiete no corpo de água em questão.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

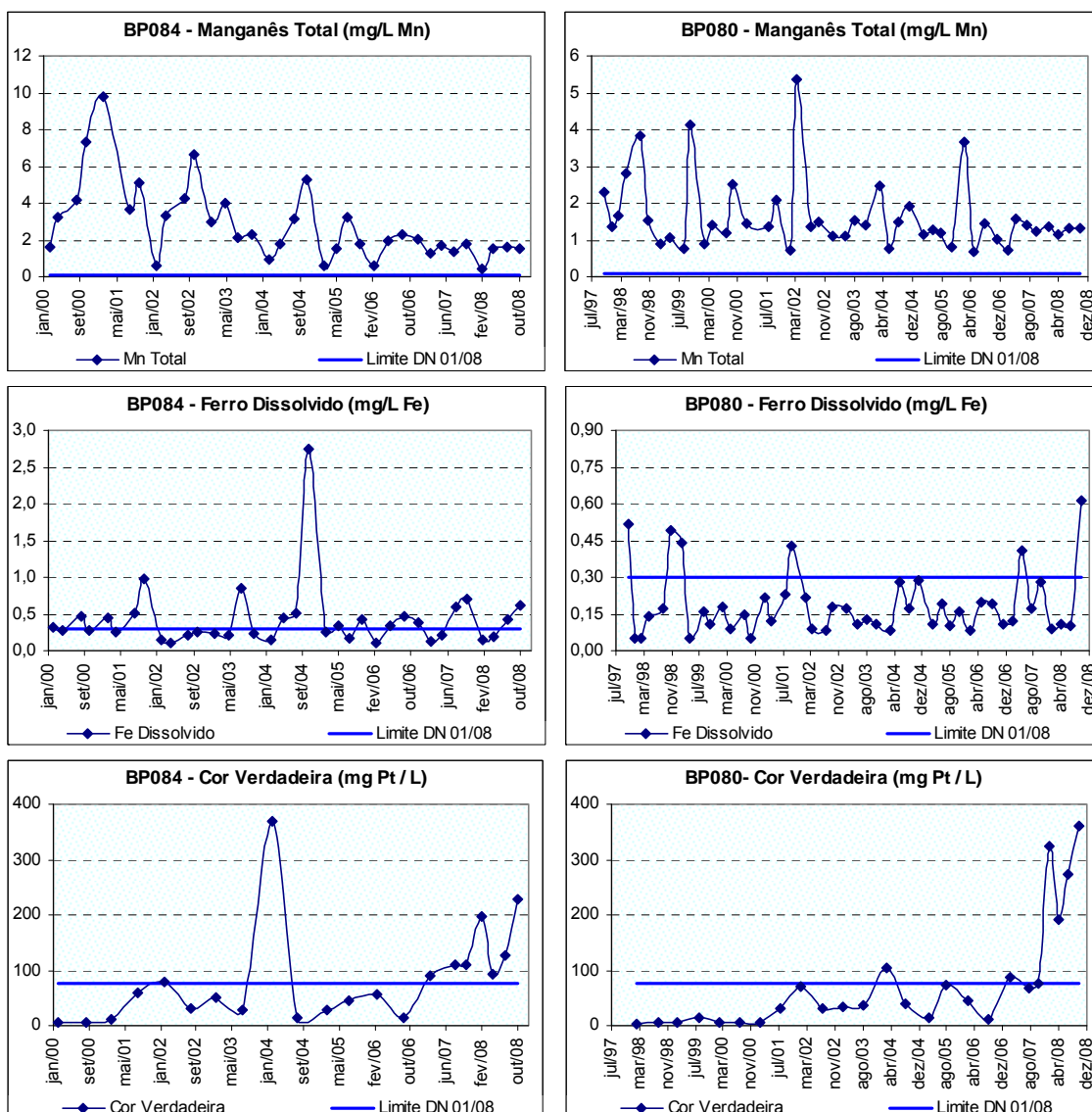


**Figura 10.14:** Ocorrência de fósforo total no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e a jusante de Congonhas (BP080) no período de amostragem.

O manganês total vem se apresentando em concentrações elevadas ao longo dos anos nos dois trechos amostrados do rio Maranhão. Em todas as amostragens realizadas no ano de 2008, nas duas estações, este parâmetro esteve em desacordo com o limite legal (Figura 10.15). O valor mais expressivo deste ano foi registrado na terceira campanha, 1,65 mg/L Mn, na estação localizada em Gagé (BP084). Quanto ao ferro dissolvido, observam-se na série histórica picos superiores ao padrão legal, sendo que em 2008 as estações monitoradas apresentaram violações, na terceira e quarta campanhas no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e na quarta campanha na estação localizada no rio Maranhão a jusante de Congonhas (BP080), conforme Figura 10.15.

O parâmetro cor verdadeira também violou o limite legal na totalidade das amostragens em ambas as estações de coleta, com amplitude de 92 mg Pt/L a 360 mg Pt/L no ano de 2008 (Figura 10.15). Os resultados mais elevados foram registrados no período chuvoso, primeira e quarta campanhas, associados à presença de manganês e ferro nas águas amostradas. As características geológicas da região, parcialmente inserida no Quadrilátero Ferrífero, onde se localizam os principais depósitos de manganês e ferro do estado de Minas Gerais contribuem para a disponibilização destes metais do solo para o rio Maranhão, sendo potencializada, contudo, pelas atividades metalúrgicas, bem como pelo uso e ocupação inadequados do solo, especialmente associados à agricultura e mineração.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

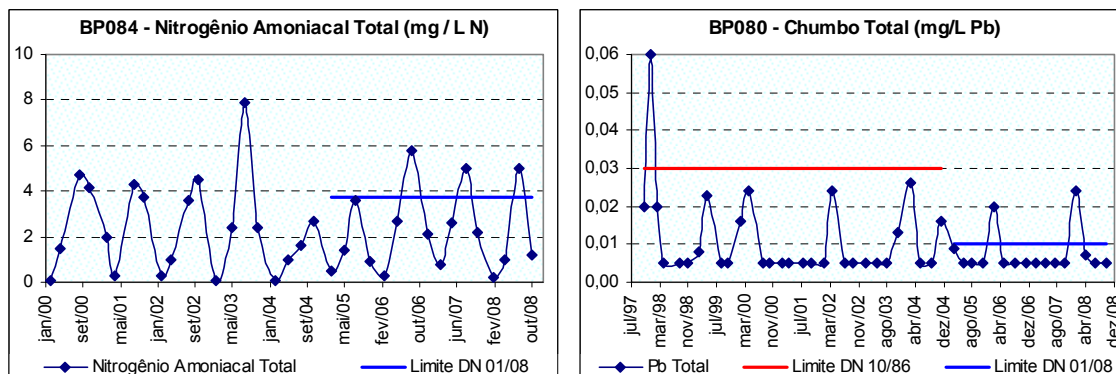


**Figura 10.15:** Ocorrências de manganês total, ferro dissolvido e cor verdadeira no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e a jusante de Congonhas (BP080) no período de amostragem.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Média em 2008 no rio Maranhão no trecho monitorado na localidade de Gagé (BP084) e Alta próximo de sua foz no rio Paraopeba a jusante da cidade de Congonhas (BP080). A presença de nitrogênio amoniacal em Gagé, reponsável pela CT Média na terceira campanha de amostragem, confirma a degradação causada pelo impacto dos efluentes do município de Conselheiro Lafaiete (Figura 10.16). A CT Alta na estação a jusante de Congonhas foi resultante das ocorrências tanto de chumbo total na primeira campanha (Figura 10.16), quanto de cianeto total na terceira campanha. Vale ressaltar que o limite estabelecido na DN COPAM/CERH 01/08 para cianeto livre está sendo utilizado para os valores de cianeto total a título de comparação.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

A ocorrência de chumbo está associada às atividades de agricultura desenvolvidas na região de Congonhas e Conselheiro Lafaiete e o cianeto é proveniente das indústrias têxteis, de siderurgia e galvanoplastia.



**Figura 10.16:** Ocorrências de nitrogênio amoniacal total e chumbo total no rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) e a jusante da cidade de Congonhas (BP080) no período de monitoramento.

### 10.1.3 Rio Brumado

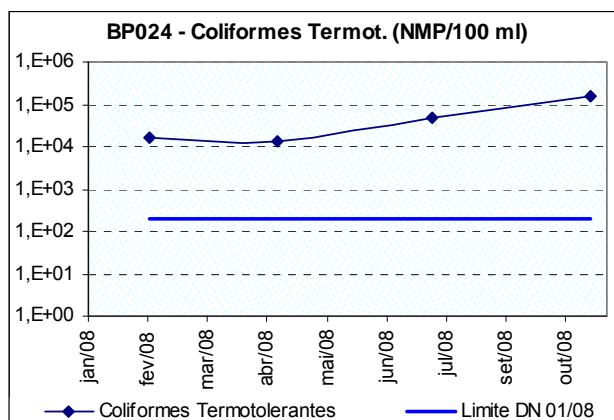
**UPGRH: SF3**

**Estação de Amostragem: BP024**

A estação localizada no rio Brumado, a montante de sua foz no rio Camapuã a jusante de Entre Rios de Minas (BP024), apresentou condição de IQA Médio na média anual deste índice em seu primeiro ano de monitoramento considerando as quatro campanhas anuais. Os parâmetros responsáveis por esta condição foram coliformes termotolerantes e turbidez.

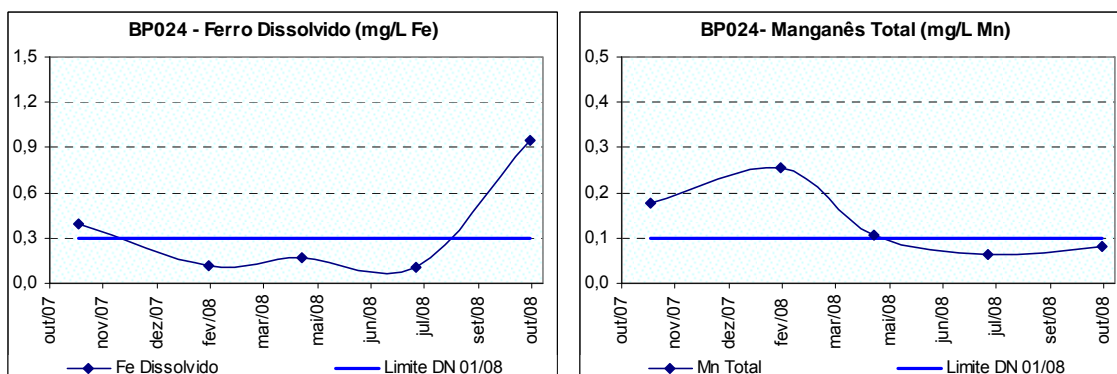
Em função dos lançamentos dos esgotos sanitários do município de Entre Rios de Minas, os valores de coliformes termotolerantes se apresentaram desconformes com o limite legal em todas as campanhas de amostragem, como pode ser observado na Figura 10.17. Vale destacar que a quarta campanha apresentou valor 160 vezes superior ao limite da Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/08 para rios da Classe 2.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.17:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024) no período de amostragem.

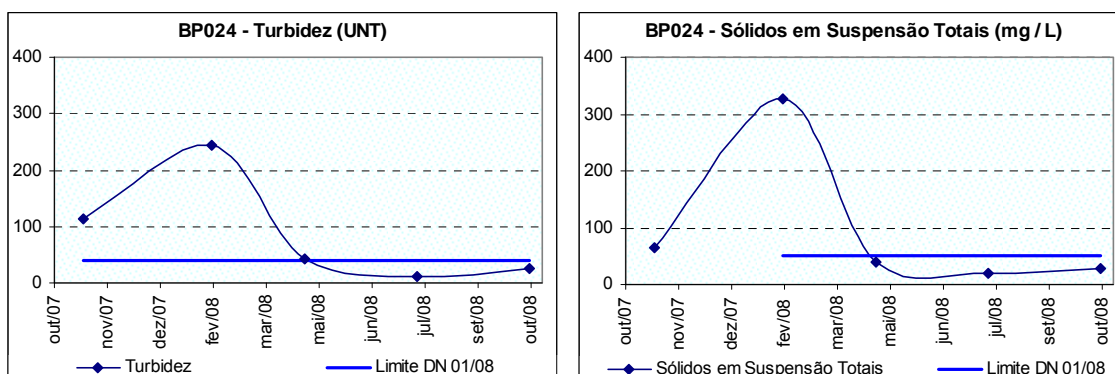
Em relação às ocorrências de metais acima dos limites definidos na legislação, o ferro dissolvido esteve desconforme na quarta campanha do ano de 2008, e o manganês total na primeira e segunda campanhas deste ano (Figura 10.18). O mau uso do solo, bem como a erosão e o desmatamento das margens ocasionam o lixiviamento do solo no período chuvoso, o que contribui para a disponibilização tanto de ferro quanto de manganês para as águas avaliadas.



**Figura 10.18:** Ocorrência de ferro dissolvido e manganês total no rio Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024) no período de amostragem.

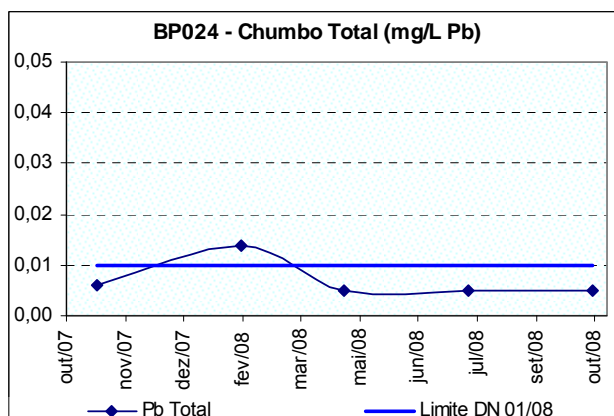
Valores elevados de turbidez e sólidos em suspensão totais na primeira campanha de amostragem do ano de 2008 confirmam a interferência das chuvas na qualidade das águas do rio Brumado (Figura 10.19). O limite de sólidos em suspensão totais foi instituído pela DN COPAM/CERH 01/08 e portando passou a ser considerado somente a partir de 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.19:** Ocorrências de turbidez e sólidos em suspensão totais no rio Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024) no período de amostragem.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Média no rio Brumado em decorrência da violação de chumbo total verificada na primeira campanha de amostragem do ano de 2008. Este metal, presente na constituição de alguns agroquímicos e fertilizantes, reflete o impacto na qualidade das águas em função do desenvolvimento de atividades agrícolas na região (Figura 10.20).



**Figura 10.20:** Ocorrência de chumbo total no rio Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024) no período de amostragem.

### 10.1.4 Rio Camapuã

**UPGRH: SF3**

**Estação de Amostragem: BP026**

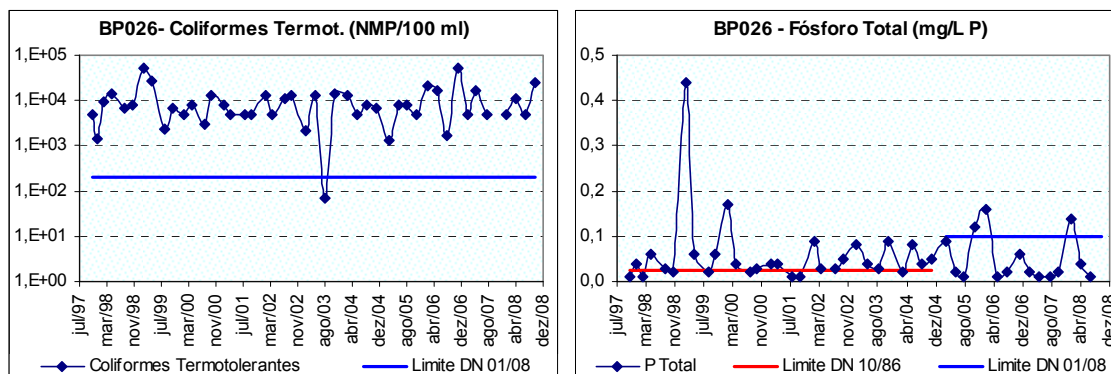
A média anual do Índice de Qualidade das Águas (IQA) apresentou-se em condição de IQA Médio em 2008 no rio Camapuã, na cidade de Jeceaba (BP026), influenciado principalmente pelos resultados de coliformes termotolerantes e turbidez.

Ao longo de toda série histórica os resultados de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite legal (exceto na terceira campanha de 2003) e o maior valor obtido para o ano de 2008 foi registrado na quarta campanha de monitoramento. Já as



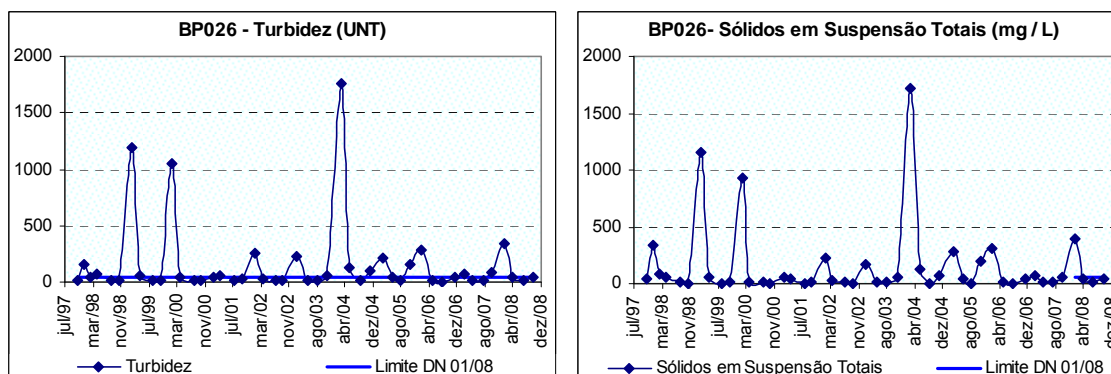
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

concentrações de fósforo total, no ano de 2008, se apresentaram em desconformidade com o limite legal apenas na primeira campanha de amostragem, como pode ser observado na Figura 10.21. Estes resultados representam a interferência dos esgotos sanitários do município de Jeceaba, lançados neste corpo de água.



**Figura 10.21:** Ocorrências de coliformes termotolerantes e de fósforo total no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) no período de 1997 a 2008.

O processo de carreamento ocasionado pelas chuvas resultou em valores elevados de turbidez, na primeira e segunda campanhas de monitoramento do ano de 2008, e sólidos em suspensão totais, na primeira campanha (Figura 10.22), indicando poluição difusa. O limite de sólidos em suspensão totais foi instituído pela DN COPAM/CERH 01/08 e portando passou a ser considerado somente a partir de 2008.

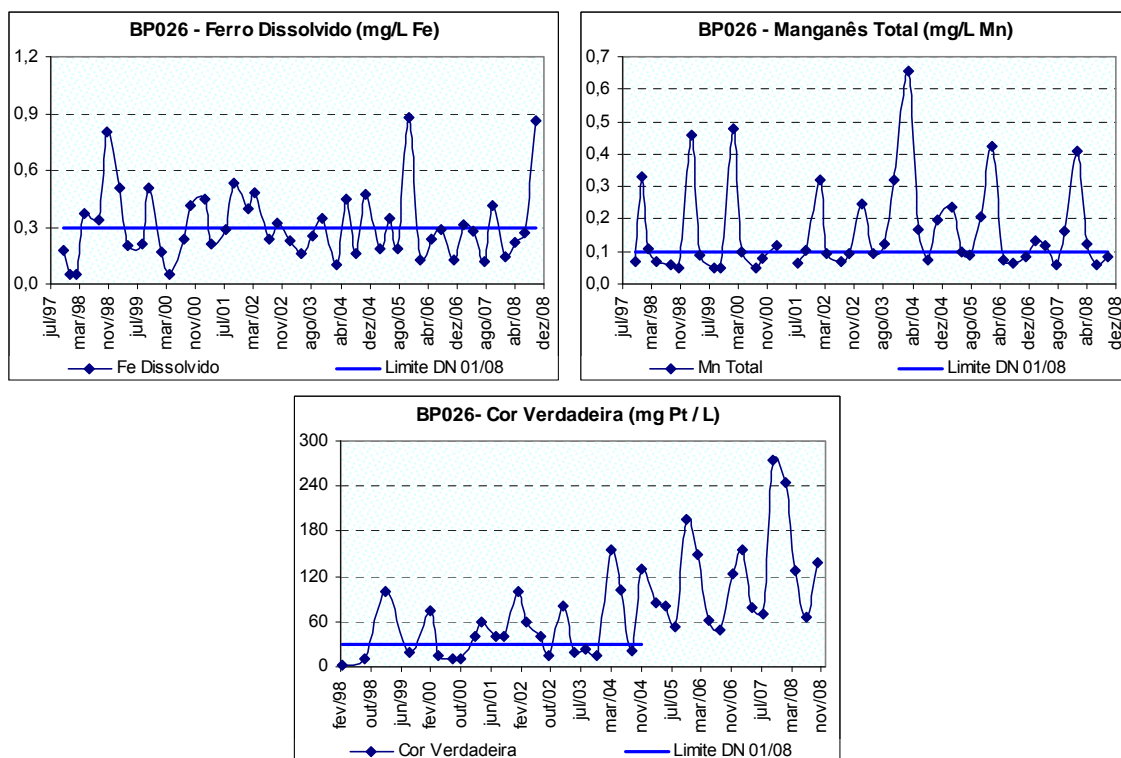


**Figura 10.22:** Ocorrências de turbidez e sólidos em suspensão totais no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) no período de 1997 a 2008.

O manganês total apresentou concentrações superiores ao limite legal na primeira e segunda campanhas de 2008, enquanto a concentração de ferro dissolvido apresentou-se superior ao limite legal na quarta campanha (Figura 10.23). A área de drenagem do rio Camapuã está localizada em um dos principais depósitos de manganês e ferro do Estado, o que explica a ocorrência natural desses metais em suas águas. Contudo, o manejo inadequado dos solos e fatores como desmatamento e erosão potencializam a disponibilização de ferro e manganês para este corpo de água.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

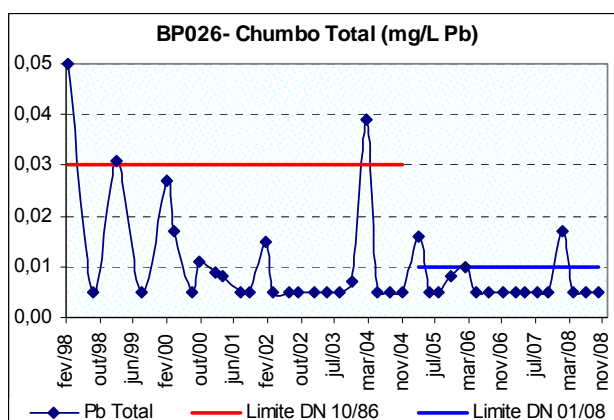
Os resultados destes metais, juntamente com a turbidez elevada, podem ser relacionados aos altos valores de cor verdadeira na primeira, segunda e quarta campanhas de amostragem do ano de 2008 (Figura 10.23). A cor, embora não possua mais limite definido para corpos de água Classe 1, encontra-se elevada neste corpo de água quando comparada ao limite estipulado para Classes 2 e 3 (75 UPt).



**Figura 10.23** Ocorrências de ferro dissolvido, manganês total e cor verdadeira no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) no período de monitoramento.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Média no rio Camapuã em 2008 em função da ocorrência de chumbo total no primeiro trimestre (Figura 10.24). Este metal está associado aos lançamentos industriais e às atividades agrícolas presentes na região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.24:** Ocorrência de chumbo total no rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) no período de 1998 a 2008.

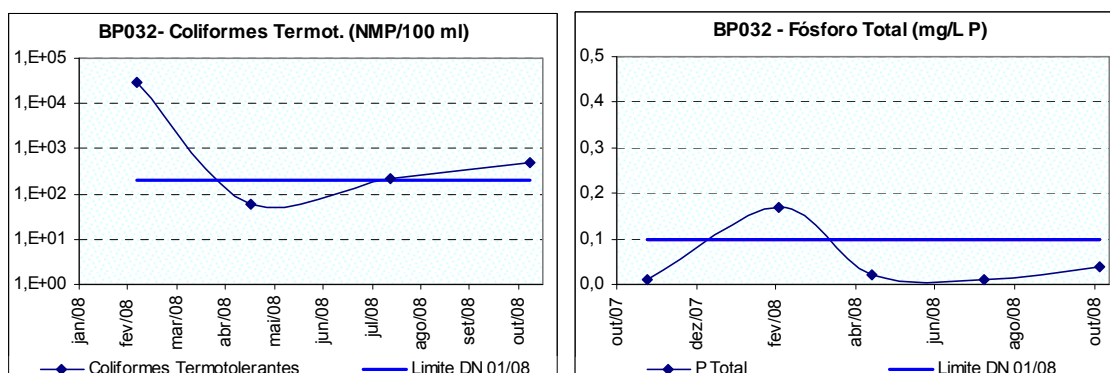
### 10.1.5 Rio Macaúbas

UPGRH: SF3

Estação de Amostragem: BP032

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) no rio Macaúbas a jusante de Bonfim, a montante de sua foz no rio Paraopeba (BP032) apresentou-se Médio, considerando a média anual deste índice em 2008. Os principais parâmetros responsáveis por esta condição foram coliformes termotolerantes e turbidez.

Os valores de coliformes termotolerantes se apresentaram acima do limite legal na primeira, terceira e quarta campanhas de 2008, enquanto o fósforo total esteve desconforme na primeira campanha de amostragem. Estas desconformidades de coliformes e fósforo (Figura 10.25) são verificadas em função dos esgotos sanitários do município de Bonfim que são lançados neste corpo de água, além da pecuária existente na região.

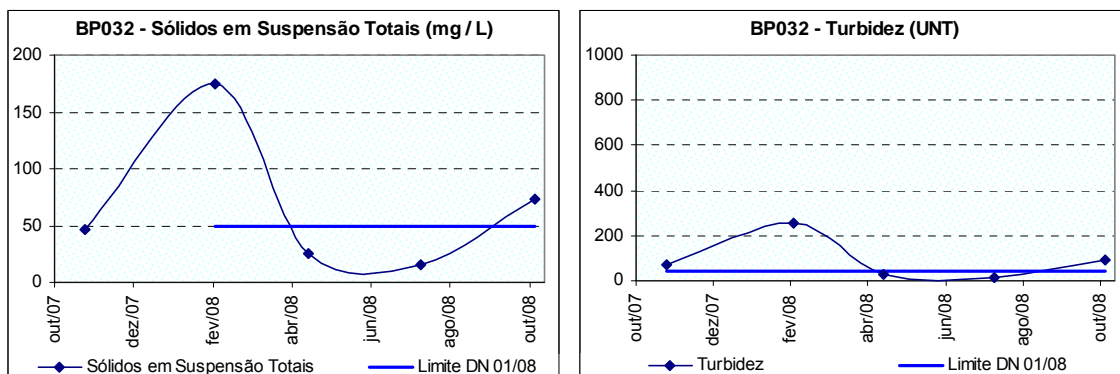


**Figura 10.25:** Ocorrências de coliformes termotolerantes e fósforo total no rio Macaúbas a jusante de Bonfim (BP032) no período de amostragem.

Os sólidos em suspensão totais e a turbidez, relacionados a fatores como mau uso e erosão do solo, apresentaram valores em desconformidade com o limite legal no

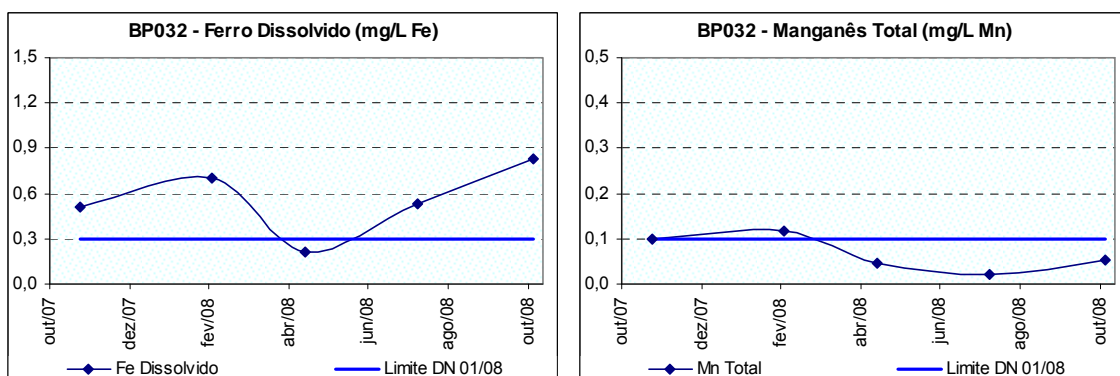
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

período chuvoso, durante a primeira campanha de amostragem (Figura 10.26), decorrentes da poluição difusa. O limite de sólidos em suspensão totais foi instituído pela DN COPAM/CERH 01/08 e portando passou a ser considerado somente a partir de 2008.



**Figura 10.26:** Ocorrências de sólidos em suspensão totais e turbidez no rio Macaúbas a jusante de Bonfim (BP032) no período de amostragem.

As concentrações de ferro dissolvido, na primeira, terceira e quarta campanhas de amostragem, e de manganês total, na primeira campanha, Figura 10.27, bem como alumínio dissolvido na primeira e terceira campanhas (1,35 e 0,16 mg/L Al, respectivamente) se apresentaram superiores aos respectivos limites legais. Apesar de serem metais típicos da constituição do solo da região, podem ter sua disponibilização potencializada através de atividades como agropecuária insustentável.



**Figura 10.27:** Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no rio Macaúbas a jusante de Bonfim (BP032) no período de amostragem.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa, apesar de ter sido detectada desconformidade do contaminante tóxico chumbo total na primeira campanha de monitoramento com valor 10% acima do limite legal. O chumbo está presente na constituição de alguns agroquímicos e sua presença neste corpo de água está relacionada à agricultura desenvolvida nesta região.

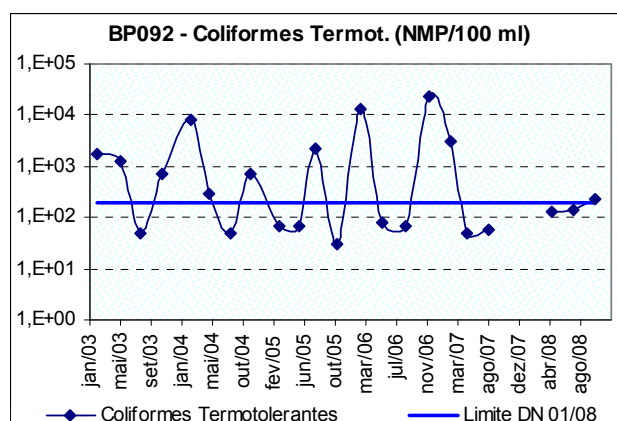
### 10.1.6 Ribeirão Casa Branca e seu afluente

#### 10.1.6.1 Ribeirão Casa Branca

UPGRH: SF3

Estação de Amostragem: BP092

A média anual do Índice de Qualidade da Água (IQA) no ribeirão Casa Branca a montante da confluência com o ribeirão Catarina (BP092) não pôde ser calculada devido à falta de dados da variável coliformes termotolerantes na primeira campanha de amostragem. Dessa forma, calculou-se o IQA trimestral nas demais campanhas, todas com resultados na condição de IQA Bom. Este quadro não foi melhor em função dos coliformes termotolerantes, parâmetro característico da contaminação por esgotos sanitários que se apresentou acima do limite legal de corpos de água da Classe 1 na quarta campanha, como pode ser observado na Figura 10.28.



**Figura 10.28:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Casa Branca (BP092) no período de 2003 a 2008.

Os demais parâmetros de qualidade, inclusive os contaminantes tóxicos, não apresentaram registro superior ao estabelecido na legislação para corpos de água de Classe 1, resultando em CT Baixa no ribeirão Casa Branca.

#### 10.1.6.2 Ribeirão Catarina

UPGRH: SF3

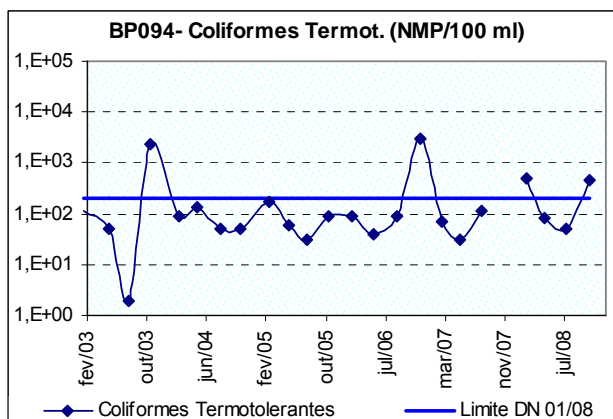
Estação de Amostragem: BP094

O ribeirão Catarina, monitorado a montante da confluência com o ribeirão Casa Branca (BP094), apresentou Índice de Qualidade da Água (IQA) Bom, considerando a média anual deste índice em 2008. Vale ressaltar que essa estação de amostragem vem mantendo o mesmo padrão de qualidade desde que foi iniciado seu monitoramento em 2003.

As contagens de coliformes termotolerantes apresentaram-se acima do limite definido para rios de Classe 1 na primeira e quarta campanhas, durante o período chuvoso

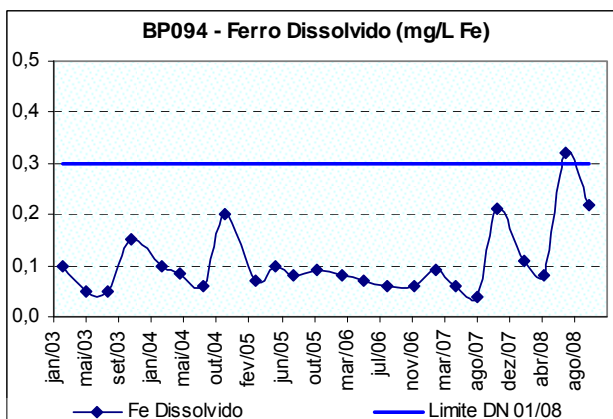
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

(Figura 10.29). Esses resultados refletem tanto o lançamento de esgotos sanitários quanto as atividades de pecuária desenvolvidas próximas ao leito deste rio.



**Figura 10.29:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Catarina (BP094) no período de 2003 a 2008.

O ferro dissolvido apresentou uma única violação em todo o período de monitoramento, registrada na terceira campanha de 2008 (Figura 10.30). Apesar de o ferro ser um dos metais típicos constituintes do solo, o manejo inadequado do solo contribui para a disponibilidade deste metal no corpo de água.



**Figura 10.30:** Ocorrência de ferro dissolvido no ribeirão Catarina (BP094) no período de 2003 a 2008.

Nenhum contaminante tóxico apresentou concentrações acima do permitido na legislação, o que resultou em Contaminação por Tóxicos Baixa no ribeirão Catarina em 2008.

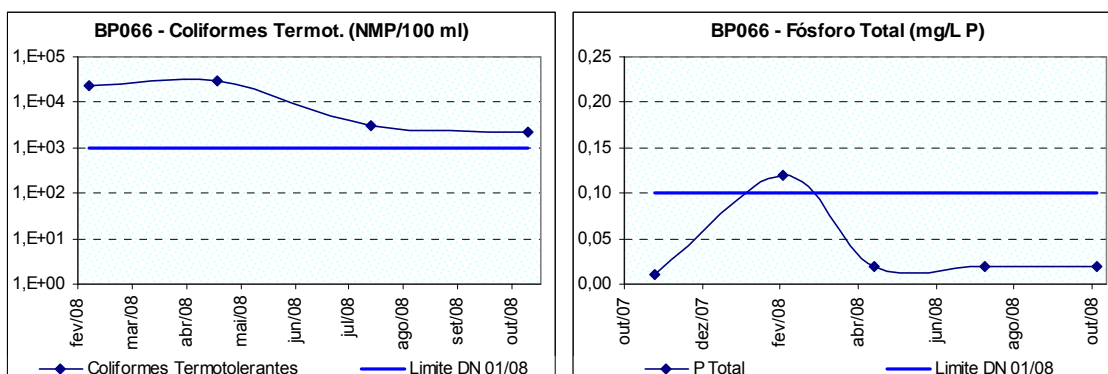
### 10.1.7 Rio Veloso

UPGRH: SF3

Estação de Amostragem: BP066

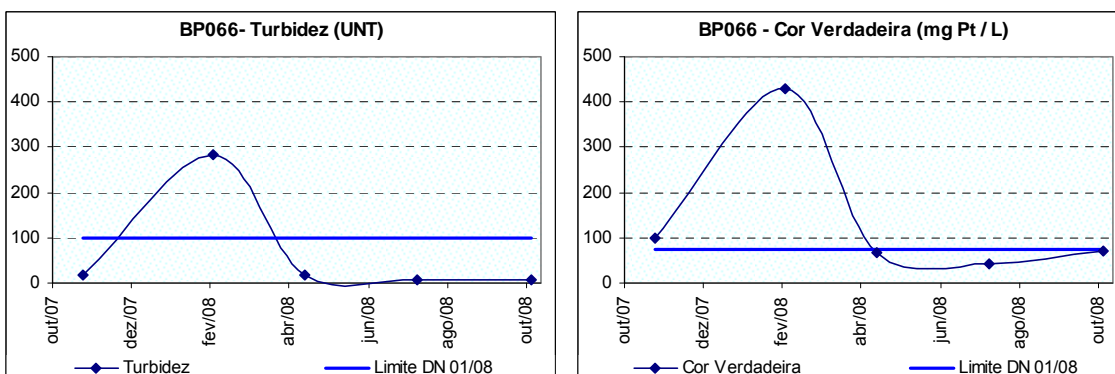
No cálculo da média anual do Índice de Qualidade das Águas (IQA), o rio Veloso, a jusante de Itatiaiuçu (BP066), apresentou nível Médio no ano de 2008. Este resultado foi influenciado principalmente pelos resultados de coliformes termotolerantes e turbidez, apesar de os valores de turbidez terem se apresentado acima do limite legal apenas na primeira campanha.

O parâmetro coliformes termotolerantes apresentou todos os resultados acima do limite definido na legislação, resultante da degradação causada pelos lançamentos dos esgotos sanitários do município de Itatiaiuçu. Os valores de fósforo total, desconformes na primeira campanha de monitoramento, também refletem esta condição, conforme Figura 10.31 a seguir.



**Figura 10.31:** Ocorrências de coliformes termotolerantes e fósforo total no rio Veloso (BP066) no período de monitoramento.

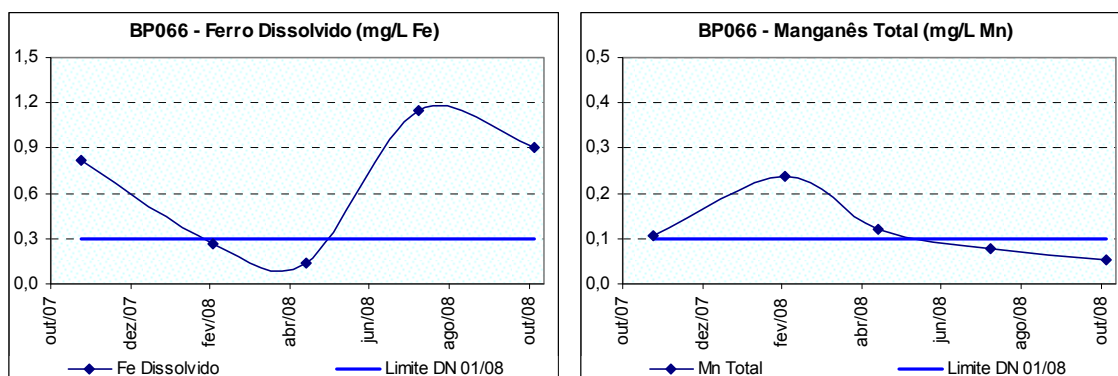
Os registros de cor verdadeira e turbidez, desconformes na primeira campanha de amostragem, refletem a poluição difusa potencializada no período chuvoso (Figura 10.32).



**Figura 10.32:** Ocorrências de turbidez e cor verdadeira no rio Veloso (BP066) no período de monitoramento.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

A concentração de ferro dissolvido apresentou desconformidades na terceira e quarta campanhas, enquanto o manganês total esteve acima dos limites definidos para Classe 2 na primeira e segunda campanhas de 2008 (Figura 10.33). O níquel total também ultrapassou o limite legal na primeira campanha de amostragem com 0,035 mg/L Ni (limite de 0,025 mg/L Ni), podendo ser proveniente de atividades de galvanoplastia da região. Já as ocorrências de ferro e manganês, metais constituintes do solo local, podem ser decorrentes do mau uso dos solos na região.



**Figura 10.33:** Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no rio Veloso (BP066) no período de monitoramento.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Alta em função da concentração de cromo total na primeira campanha de amostragem do ano de 2008, qual seja: 0,14 mg/L Cr (limite de 0,05 mg/L Cr). Atividades como galvanoplastia são responsáveis pela ocorrência deste metal na água. Além disso, o chumbo total também se apresentou acima do limite legal na primeira campanha de monitoramento, concentração de 0,015 mg/L Pb (limite de 0,01 mg/L Pb), e sua ocorrência está associada aos lançamentos industriais e às atividades agrícolas da região.

### 10.1.8 Rio Manso

#### UPGRH: SF3

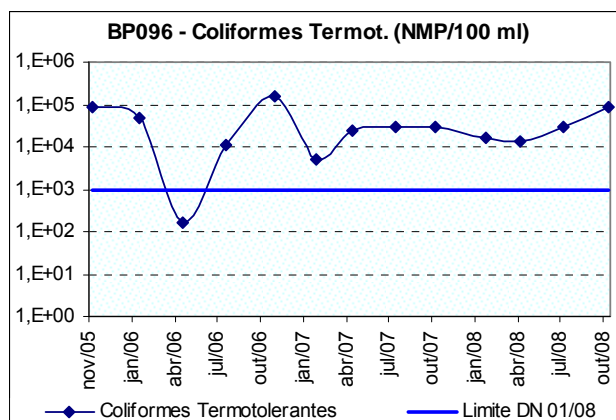
Estação de Amostragem: BP096

O rio Manso, monitorado próximo de sua foz no rio Paraopeba em Brumadinho (BP096), apresentou média anual do Índice de Qualidade das Águas em condição de IQA Médio em 2008, em decorrência principalmente das contagens de coliformes termotolerantes.

Os valores elevados de coliformes termotolerantes em todas as campanhas de amostragem de 2008, como pode ser observado na Figura 10.34, refletem os lançamentos dos esgotos sanitários de parte do município de Brumadinho.

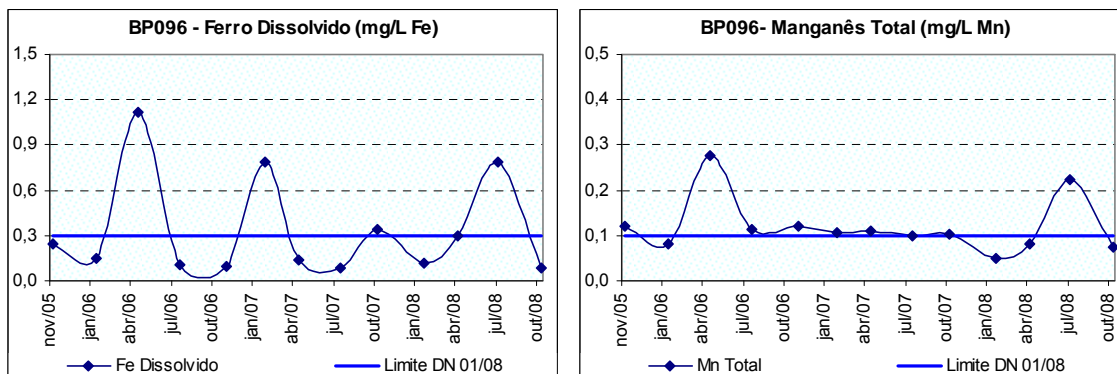


## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.34:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio Manso em Brumadinho (BP096) no período de 2005 a 2008.

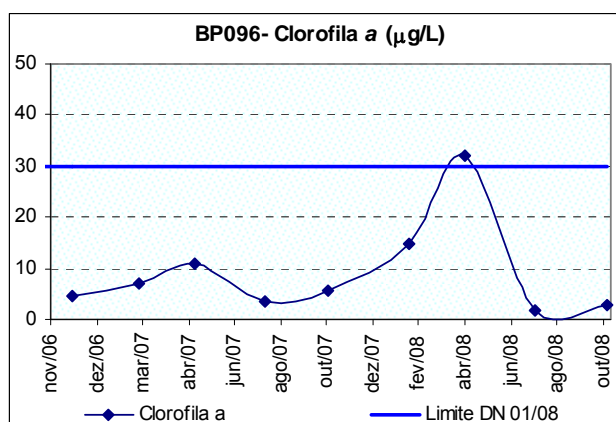
Em relação aos metais, o ferro dissolvido e o manganês total extrapolaram seus respectivos limites legais na terceira campanha de 2008 (Figura 10.35). Embora sejam metais típicos do solo da região, fatores como erosão e mau uso do solo propiciam a disponibilidade destes para o corpo de água. O alumínio também apresentou desconformidade na primeira campanha de 2008, com registro 20% superior ao limite legal (0,12 mg/L Al).



**Figura 10.35:** Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no rio Manso em Brumadinho (BP096) no período de monitoramento.

A concentração de clorofila-a no segundo trimestre, esteve acima do limite legal para corpos de água Classe 2, como pode ser observado na Figura 10.36. A característica lântica deste corpo de água determina essa condição, já que a baixa vazão, aliada à estabilização da coluna de água no início do período seco (segundo trimestre) proporciona a proliferação do fitoplâncton.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.36:** Ocorrência de clorofila-a no rio Manso em Brumadinho (BP096) no período de monitoramento.

Não houve nenhuma violação por parte dos contaminantes tóxicos no rio Manso próximo de sua foz no rio Paraopeba em Brumadinho (BP096), resultando em Contaminação por Tóxicos Baixa em 2008.

### 10.1.9 Ribeirão Sarzedo

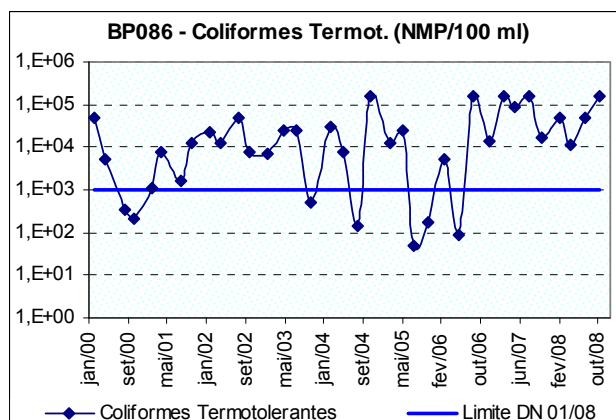
**UPGRH: SF3**

**Estação de Amostragem: BP086**

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) Ruim foi obtido na média anual deste índice calculada para o ano de 2008 no ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP086), assim como no ano anterior. Os parâmetros que influenciaram o resultado do IQA foram, principalmente, coliformes termotolerantes, turbidez e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Os coliformes termotolerantes apresentaram desconformidades com o limite estabelecido para águas de Classe 2 nas quatro campanhas de amostragem realizadas no ano de 2008 (Figura 10.37), refletindo a interferência dos lançamentos de esgotos sanitários dos municípios de Mário Campos e Ibirité.

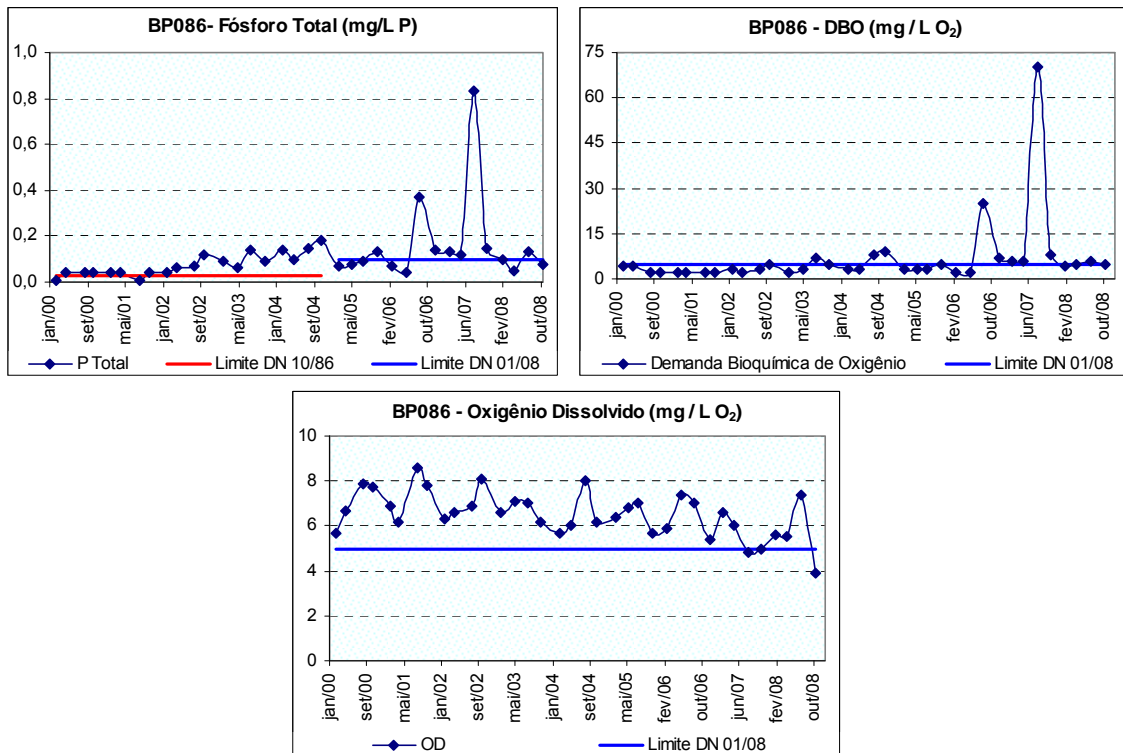
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.37:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2005 a 2008.

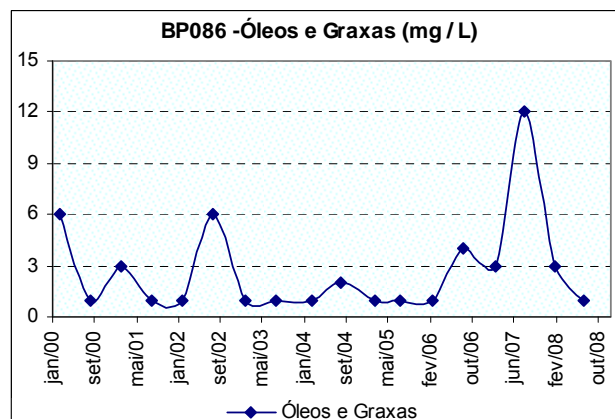
O grande aporte de matéria orgânica verificado no ribeirão Sarzedo favorece o incremento de fósforo total bem como o processo de decomposição, o qual eleva o consumo de oxigênio presente na água. Os registros de fósforo total, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) apresentaram-se desconformes com seus respectivos limites legais na terceira, quarta e terceira campanhas, respectivamente, como observado na Figura 10.38. Estes resultados são decorrentes de esgotos sanitários e efluentes industriais dos municípios de Mário Campos e Ibirité, lançados nas águas do ribeirão Sarzedo.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.38:** Ocorrências de fósforo total, DBO e OD no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2008.

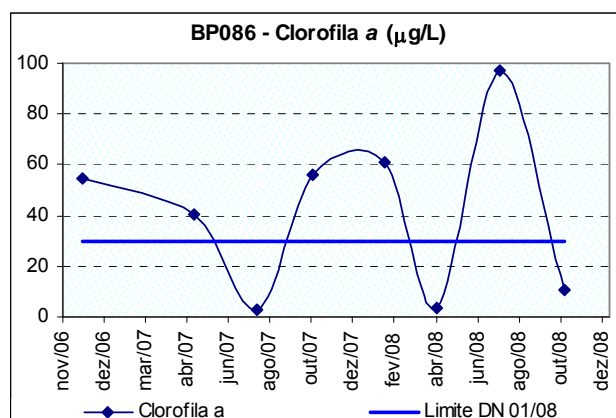
A DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 estabelece que os óleos e graxas devam ser virtualmente ausentes em águas de Classe 2, portanto os registros deste parâmetro obtidos no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) são considerados altos (Figura 10.39), inclusive aquele obtido na primeira campanha do ano de 2008, corroborando a sugestão de interferência dos esgotos dos municípios de Mário Campos e Ibirité.



**Figura 10.39:** Ocorrência de óleos e graxas no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

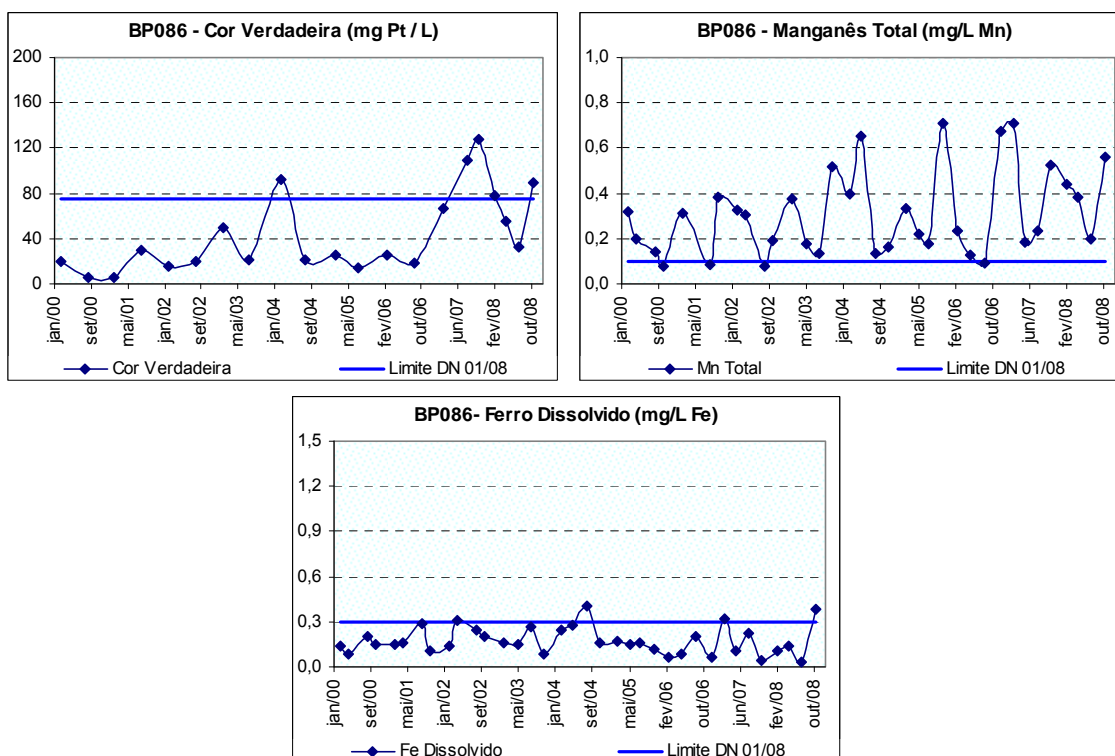
Com o aporte de matéria orgânica, além de receber as águas da lagoa de Ibité, e por sua característica lântica, o ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) constitui um ambiente extremamente favorável à eutrofização. Este fato é corroborado pelos elevados valores de clorofila-a obtidos neste ribeirão na primeira e terceira campanhas de amostragem do ano de 2008 (Figura 10.40).



**Figura 10.40:** Ocorrência de clorofila-a no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2006 a 2008.

O parâmetro cor verdadeira ultrapassou o limite definido para Classe 2 no primeiro e último trimestres do ano de 2008, no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) (Figura 10.41). O ferro dissolvido também ultrapassou o limite legal na quarta campanha, início das primeiras chuvas de verão, e o manganês total apresentou valores acima do limite da legislação ao longo de todo o ano (Figura 10.41). A área de contribuição do ponto de amostragem BP086 está inserida no Quadrilátero Ferrífero, indicando que os teores observados destes metais são de origem natural, embora sejam potencializados, assim como a cor verdadeira, pelas atividades minerárias e o mau uso do solo na região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.41:** Ocorrências de cor verdadeira, manganês total e ferro dissolvido no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2008.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa no ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP086) em 2008.

### 10.1.10 Rio Betim e seu afluente

#### 10.1.10.1 Rio Betim

##### UPGRH: SF3

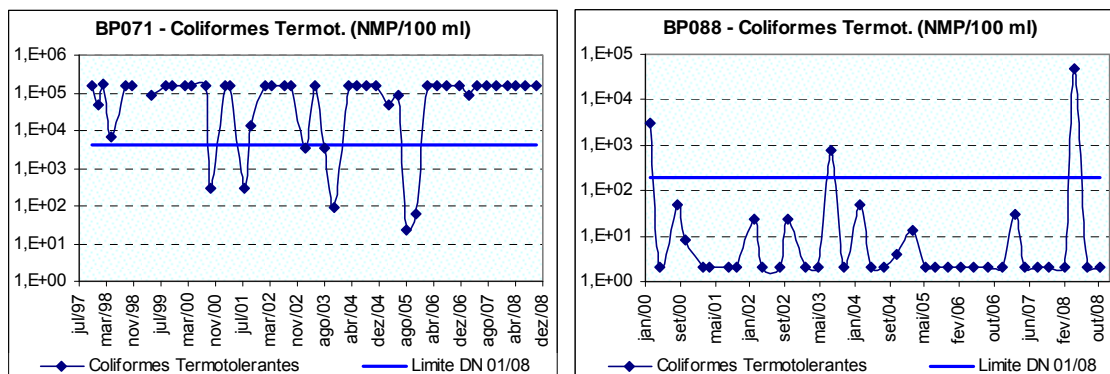
**Estações de Amostragem:** BP088 e BP071

Considerando a média anual do Índice de Qualidade das Águas (IQA), o rio Betim, a jusante do reservatório de Vargem das Flores em Betim (BP088), apresentou IQA Bom assim como nos anos anteriores, porém a estação localizada próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) apresentou IQA Muito Ruim. Essa condição foi influenciada principalmente pelos resultados de oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes e fósforo total.

Como pode ser visto na Figura 10.42, o parâmetro coliformes termotolerantes no rio Betim, próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), apresentou desconformidades em todas as campanhas, com valores de máxima detecção laboratorial, 160 vezes superiores ao limite permitido na legislação para Classe 2. Estes resultados de coliformes refletem a degradação causada pelos lançamentos de esgotos sanitários do município de Betim. Por outro lado, os registros de coliformes termotolerantes neste

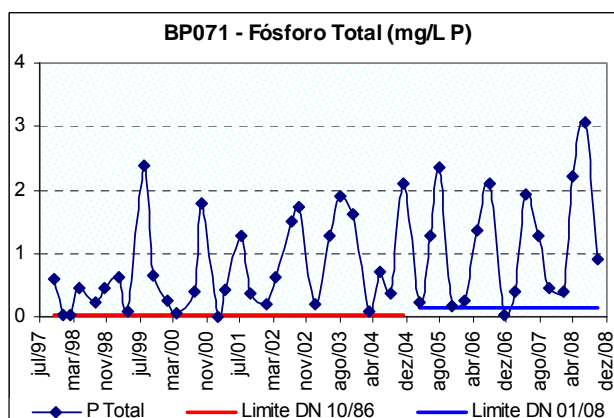
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

mesmo rio, na estação localizada a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088), estiveram acima do limite legal apenas na segunda campanha de monitoramento do ano de 2008.



**Figura 10.42:** Ocorrências de coliformes termotolerantes no rio Betim próximo à sua foz no rio Paraopeba (BP071) e a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) no período de monitoramento.

Em relação ao fósforo total, os piores resultados do rio Betim foram observados na estação próxima de sua foz no rio Paraopeba (BP071) onde todas as campanhas de amostragem apresentaram valores superiores ao limite legal (Figura 10.43). Destaca-se que, na terceira campanha do ano de 2008, os valores foram 20 vezes superiores ao limite estabelecido na DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 para Classe 3. Tal condição está associada ao lançamento de esgotos sanitários do município de Betim e aos despejos de indústrias localizadas na região.

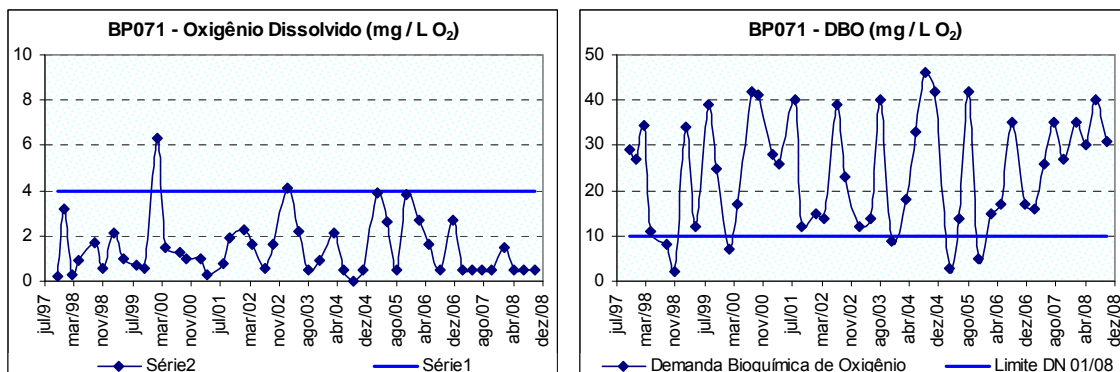


**Figura 10.43:** Ocorrência de fósforo total no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008.

O rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) apresentou teores de DBO acima do limite legal nas quatro amostragens realizadas em 2008. Como consequência houve queda nos níveis de oxigênio dissolvido (OD), em todas as campanhas deste ano em função da decomposição da matéria orgânica presente neste corpo de água. Ambos os resultados estão relacionados aos despejos dos

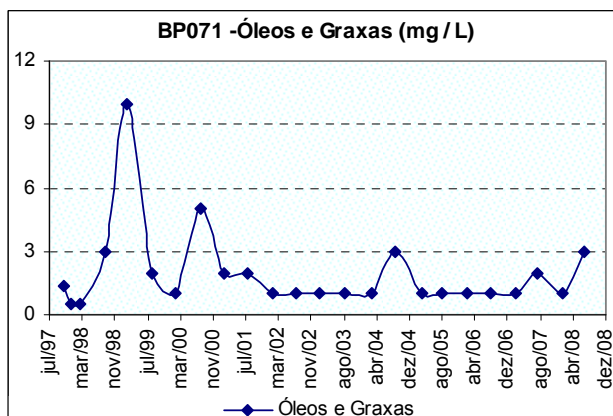
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

efluentes industriais (laticínios, frigoríficos e fábricas de adubos/fertilizantes, alimentos e bebidas) e aos esgotos sanitários do município de Betim (Figura 10.44).



**Figura 10.44:** Ocorrências de OD e DBO no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008.

Como a DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 estabelece que os óleos e graxas devam ser virtualmente ausentes em águas de Classe 2, a presença destas substâncias na estação localizada no rio Betim, próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), na terceira campanha do ano de 2008, reflete a interferência dos lançamentos de efluentes sanitários e industriais do município de Betim, como mostra a Figura 10.45.

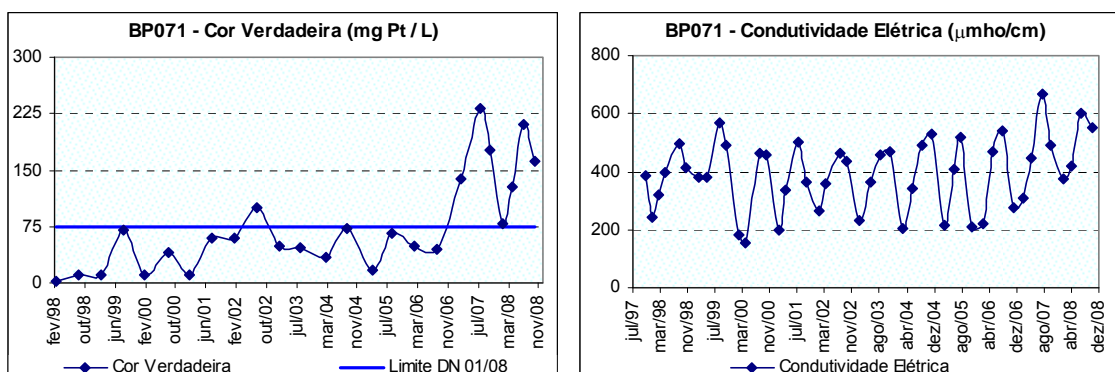


**Figura 10.45:** Ocorrência de óleos e graxas no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008.

Na Figura 10.46 são apresentados os valores de cor verdadeira ao longo da série histórica de monitoramento no rio Betim, próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), observa-se que os valores deste parâmetro apresentaram-se em desconformidade com o limite estabelecido na legislação em todas as campanhas monitoradas em 2008. Na mesma figura observam-se os altos valores de condutividade elétrica que, apesar de não possuir limite legal, indica ambientes impactados por atividades antrópicas. Ambos os parâmetros apresentaram tendência à elevação a partir do ano de 2006.

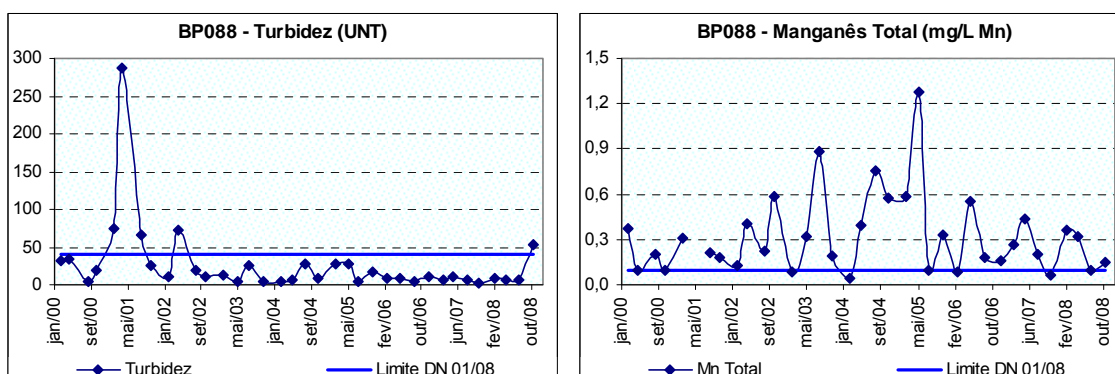


## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.46:** Ocorrências de cor verdadeira e condutividade elétrica no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008.

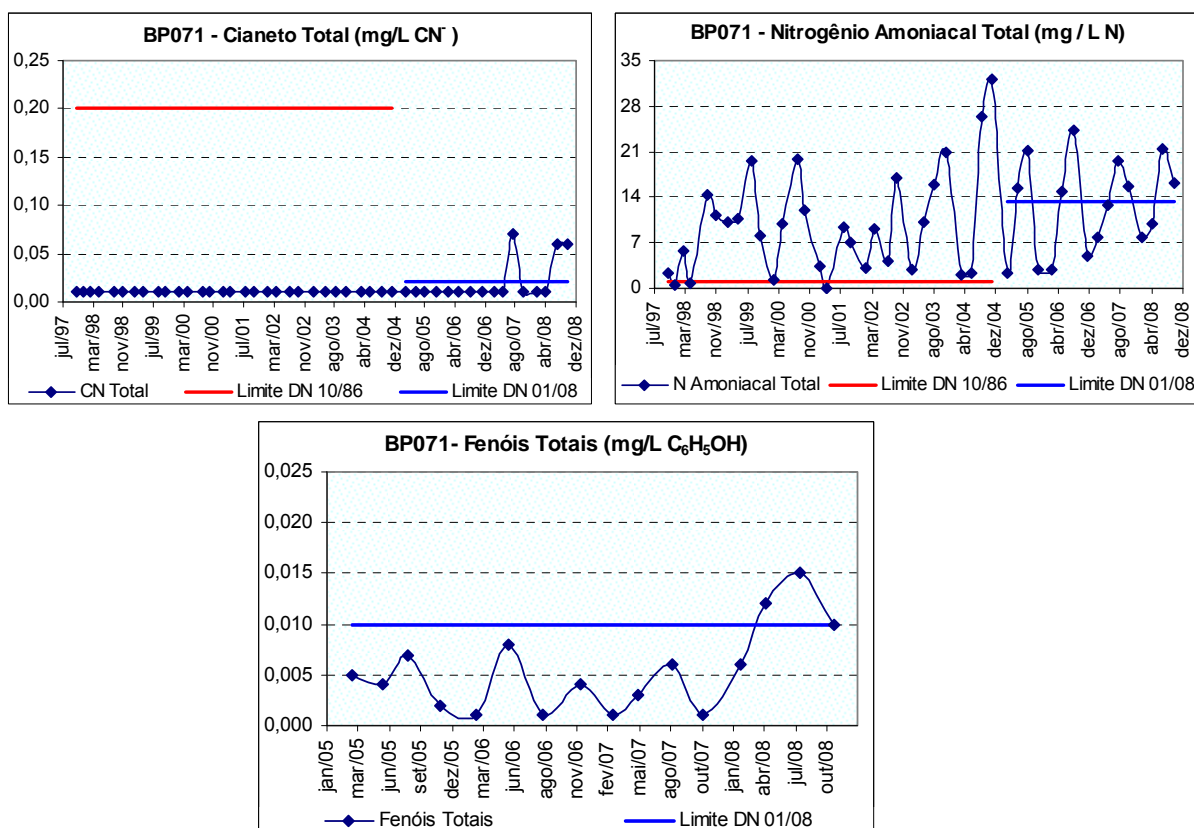
No rio Betim, a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088), o parâmetro turbidez apresentou desconformidade com o limite legal estabelecido para rios de Classe 1 na quarta campanha de monitoramento do ano de 2008, provavelmente devido à poluição difusa (Figura 10.47). A ocorrência deste tipo de poluição é corroborada pelos valores de manganês total que violaram o limite legal na primeira, segunda e quarta campanhas deste ano (Figura 10.47), época de chuvas.



**Figura 10.47:** Ocorrências de turbidez e manganês total no rio Betim a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) no período de 2000 a 2008.

No rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), a Contaminação por Tóxicos (CT) foi Alta devido às ocorrências de cianeto total que superaram os padrões legais na terceira e quarta campanhas de 2008 (Figura 10.48). Este resultado pode estar associado aos efluentes industriais das tipologias automobilísticas, siderurgia e têxtil, presentes na região de Betim. Vale lembrar que o limite da DN COPAM/CERH 01/08 para cianeto livre está sendo utilizado para os valores de cianeto total a título de comparação. Neste mesmo ponto de amostragem, os resultados de nitrogênio amoniacal e fenóis totais também estiveram acima de seus respectivos limites legais em 2008 (Figura 10.48). Estes registros, obtidos para nitrogênio amoniacal na terceira e quarta campanhas e para fenóis totais na segunda e terceira campanhas, são indicativos da sobrecarga de esgotos sanitários e lançamento de efluentes das indústrias alimentícias no rio Betim.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.48:** Ocorrências de cianeto total, nitrogênio amoniacal e fenóis totais no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2008.

### 10.1.10.2 Ribeirão das Areias

**UPGRH: SF3**

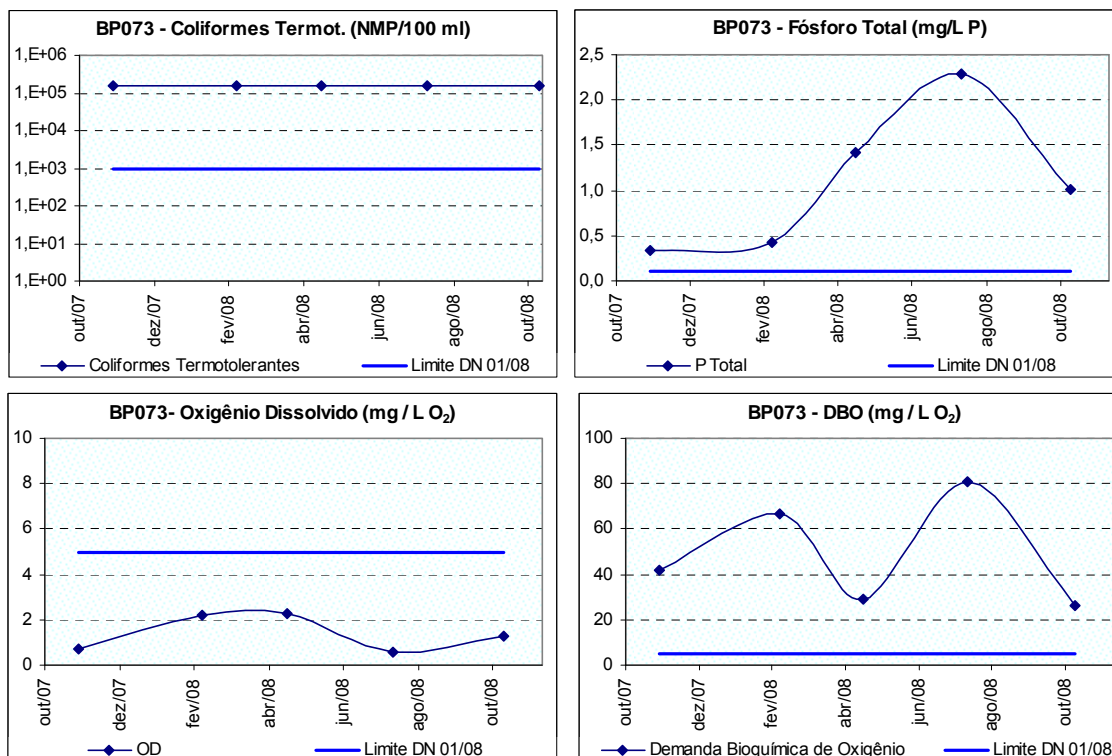
**Estação de Amostragem: BP073**

O ribeirão das Areias, montante de sua foz no rio Betim (BP073), apresentou média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA Muito Ruim no ano de 2008. Vale destacar que, por esta ser uma nova estação de amostragem, este foi o primeiro ano em que o monitoramento foi realizado nas quatro campanhas de coleta. Os principais parâmetros responsáveis pelo resultado do IQA foram oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes e fósforo total.

Os parâmetros coliformes termotolerantes e fósforo total apresentaram violações em todas as campanhas de 2008, assim como o oxigênio dissolvido (OD) e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Figura 10.49. Ressalta-se assim a interferência dos lançamentos dos esgotos sanitários do município de Betim como fator de degradação da qualidade das águas deste ribeirão. Destaque para o parâmetro coliformes termotolerantes que apresentou, nas quatro campanhas de amostragem, o limite máximo de detecção do método laboratorial, ou seja, 160 vezes superior ao limite estabelecido na DN Conjunta COPAM/CERH 01/08. Ainda devido aos lançamentos dos esgotos sanitários do município de Betim, o parâmetro óleos e graxas apresentou-se com valor de 2 mg/L na primeira campanha e de 6 mg/L na terceira, lembrando que

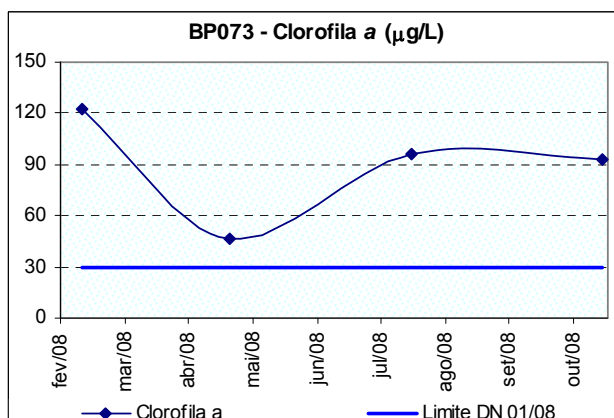
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

legalmente estas substâncias devem estar virtualmente ausentes em águas de Classe 2.



**Figura 10.49:** Ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total, OD e DBO no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) no período de 2007 a 2008.

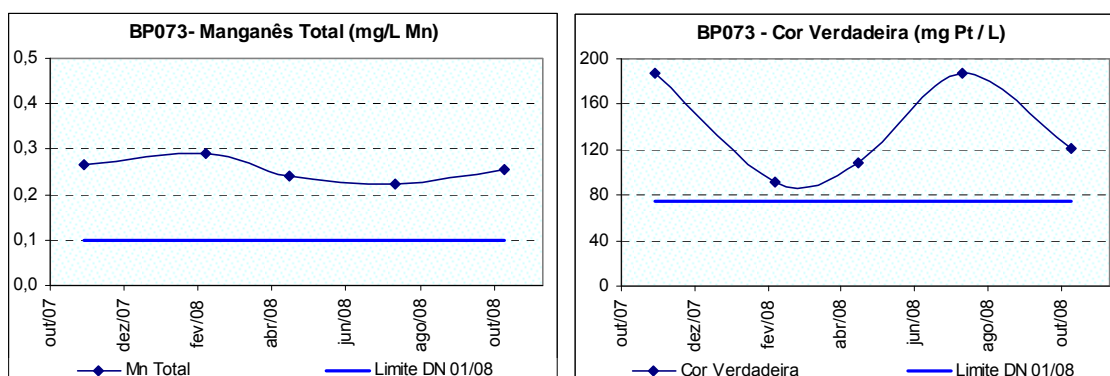
A concentração de clorofila-a apresentou-se superior ao limite legal na estação do ribeirão das Areias (BP073) em todas as campanhas de 2008 devido ao grande aporte de nutrientes como fósforo total e nitrogênio, que favorecem o crescimento do fitoplâncton neste corpo de água (Figura 10.50).



**Figura 10.50:** Ocorrência de clorofila a no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) no período de monitoramento.

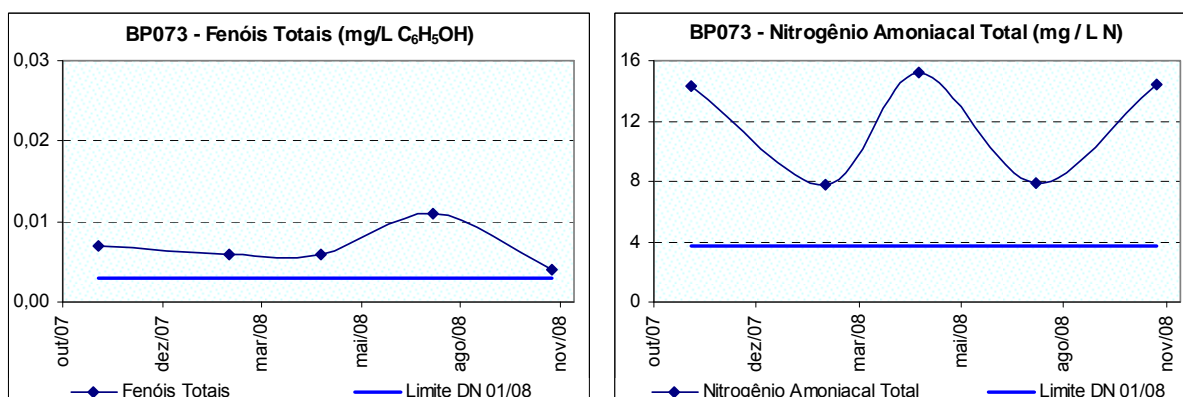
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

O teor de manganês total violou o limite estabelecido para Classe 2 em todas as campanhas de 2008 (Figura 10.51). O mau uso do solo na região, potencializado pela ausência de cobertura vegetal e de proteção das margens dos rios, contribuiu para estes resultados. As descargas de efluentes industriais de galvanoplastia presentes na região também podem ter contribuído para este quadro. A alteração da cor verdadeira no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) em todas as campanhas de 2008 (Figura 10.51) podem ser explicadas pelas altas concentrações de manganês total.



**Figura 10.51:** Ocorrências de manganês total e cor verdadeira no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) no período de 2007 a 2008.

A Contaminação por Tóxicos se apresentou Alta em 2008 em função dos resultados de nitrogênio amoniacal e fenóis totais em todas as campanhas de amostragem (Figura 10.52), além de cianeto livre na quarta campanha (valor de 0,05 mg/L CN<sup>-</sup>), confirmando a interferência dos lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais neste corpo de água. Vale lembrar que o limite da DN COPAM/CERH 01/08 para cianeto livre, 0,005 mg/L CN<sup>-</sup> para rios de Classe 2, está sendo utilizado para os valores de cianeto total a título de comparação.



**Figura 10.52:** Ocorrência de fenóis totais e nitrogênio amoniacal total no ribeirão das Areias a montante de sua foz no rio Betim (BP073) no período de 2007 a 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

O parâmetro chumbo total ultrapassou o limite legal (0,01 mg/L) na segunda campanha de monitoramento de 2008 apresentando o resultado de 0,013 mg/L Pb, decorrente da interferência de efluentes industriais.

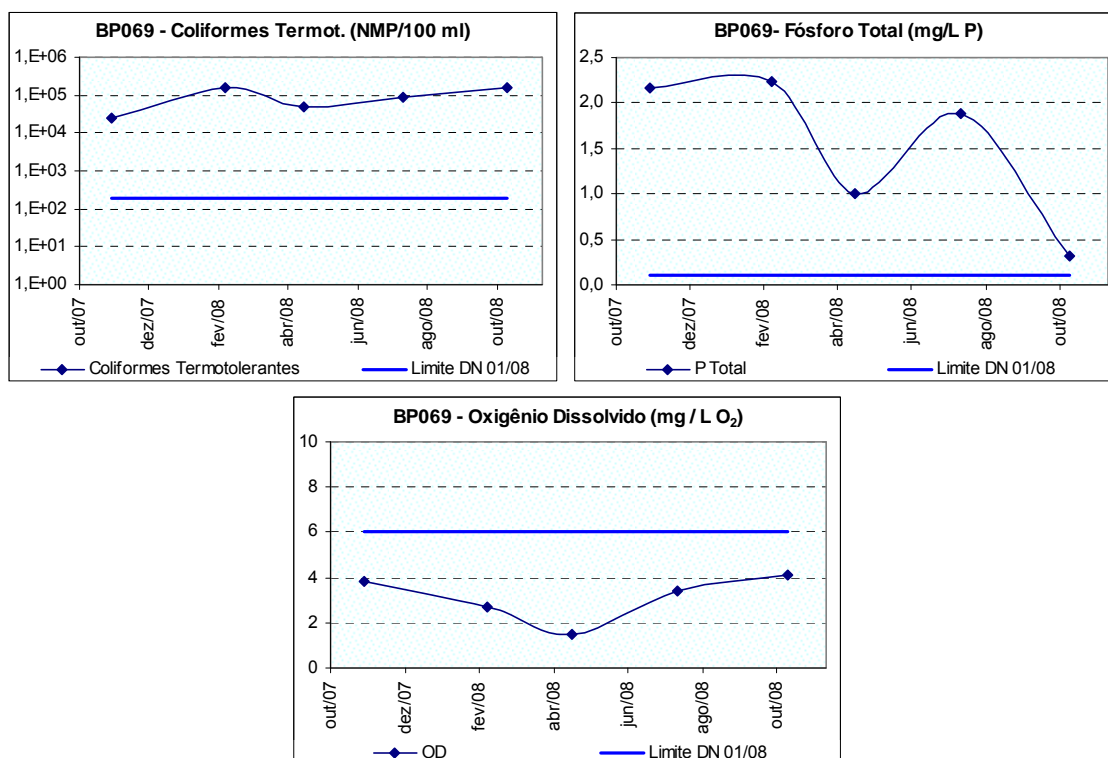
### 10.1.11 Ribeirão Serra Azul

**UPGRH: SF3**

**Estação de Amostragem: BP069**

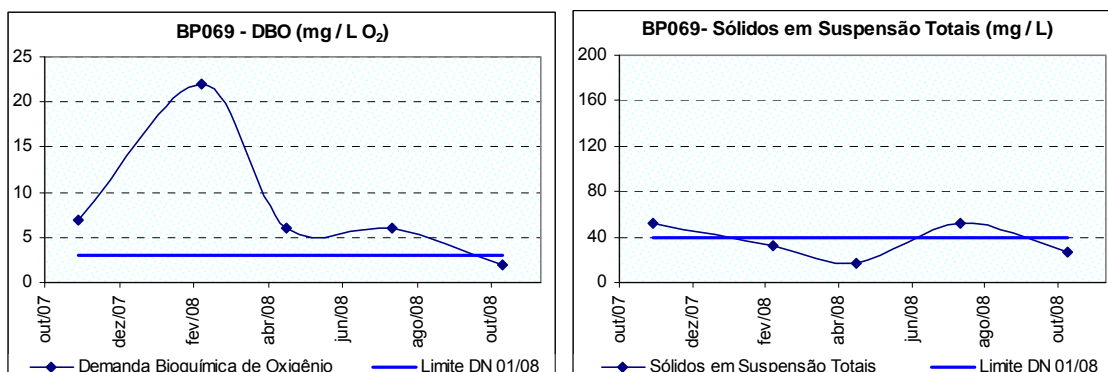
O ribeirão Serra Azul localizado no município de Juatuba (BP069) apresentou média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA Ruim no primeiro ano em que o monitoramento foi realizado nas quatro campanhas de coleta. Os parâmetros oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes e fósforo total, decorrentes dos lançamentos de efluentes sanitários e industriais da região, são os principais responsáveis por este resultado de IQA.

Os parâmetros fósforo total, coliformes termotolerantes e OD apresentaram desconformidade com o limite legal em todas as campanhas de 2008, como observado na Figura 10.53. A DBO apresentou valores acima do limite legal nas três primeiras campanhas e os sólidos em suspensão totais na terceira campanha do ano de 2008 (Figura 10.54). Os efluentes das indústrias de bebida da região, além do aporte de matéria orgânica proveniente dos lançamentos de esgotos sanitários da cidade de Juatuba são responsáveis pelo comprometimento deste corpo de água.



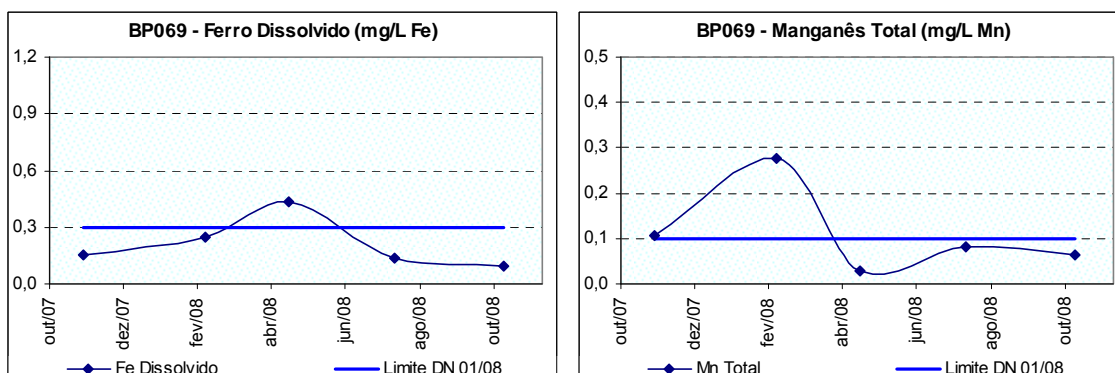
**Figura 10.53:** Ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total e OD no ribeirão Serra Azul no município de Juatuba (BP069) no período de 2007 a 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.54:** Ocorrência de DBO e sólidos em suspensão totais no ribeirão Serra Azul no município de Juatuba (BP069) no período de 2007 a 2008.

Os metais ferro dissolvido e manganês total violaram o limite legal na segunda e primeira campanhas de 2008, respectivamente. O mau uso do solo da região favorece a ocorrência destes metais no corpo de água (Figura 10.55).



**Figura 10.55:** Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no ribeirão Serra Azul no município de Juatuba (BP069) no período de 2007 a 2008.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa em 2008, uma vez que não foi detectada nenhuma desconformidade dos contaminantes tóxicos.

### 10.1.12 Ribeirão Grande

#### UPGRH: SF3

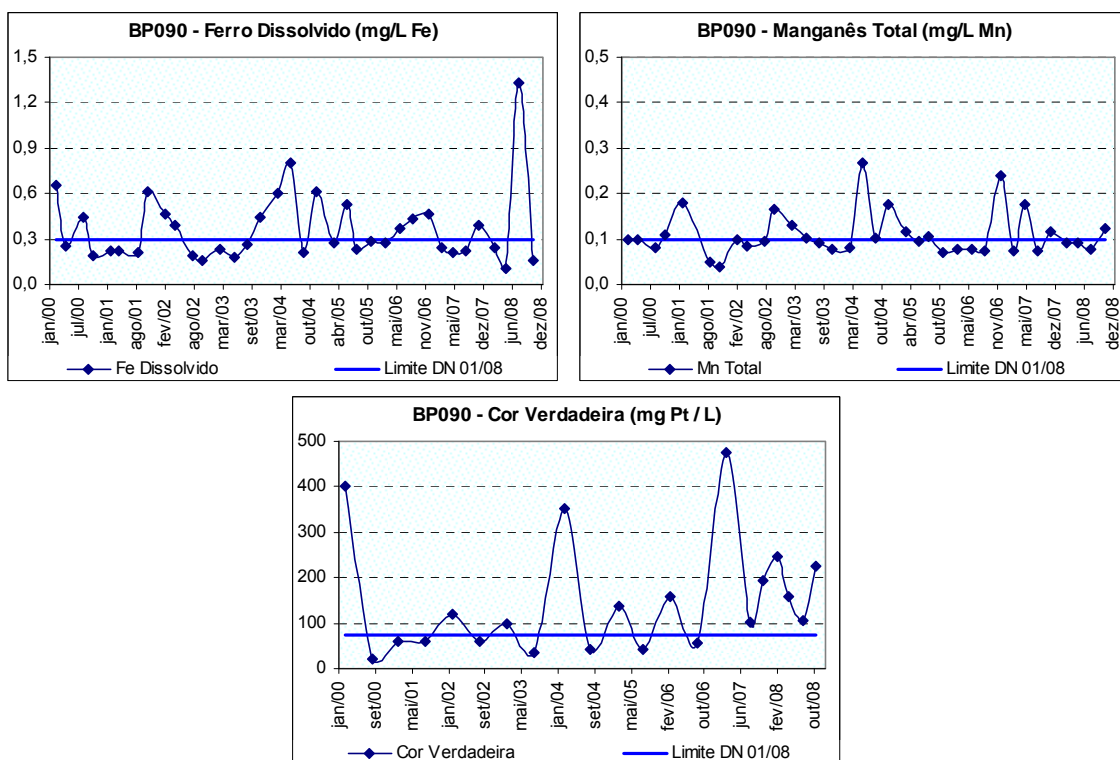
Estação de Amostragem: BP090

A média anual do Índice de Qualidade das Águas (IQA) no ribeirão Grande, a montante de sua foz no rio Paraopeba (BP090), permaneceu com condição de IQA Médio em 2008, como no ano anterior. Os parâmetros que mais contribuíram para esse resultado foram coliformes termotolerantes e turbidez.

A Figura 10.56 apresenta os resultados de coliformes termotolerantes e do fósforo total, acima de seus respectivos limites legais, nas duas primeiras campanhas e na



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.57:** Ocorrências de ferro dissolvido, manganês total e cor verdadeira no ribeirão Grande (BP090) no período de 2000 a 2008.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa em 2008, pois não foi verificada nenhuma ocorrência de contaminantes tóxicos neste corpo de água.

### 10.1.13 Ribeirão dos Macacos

**UPGRH: SF3**

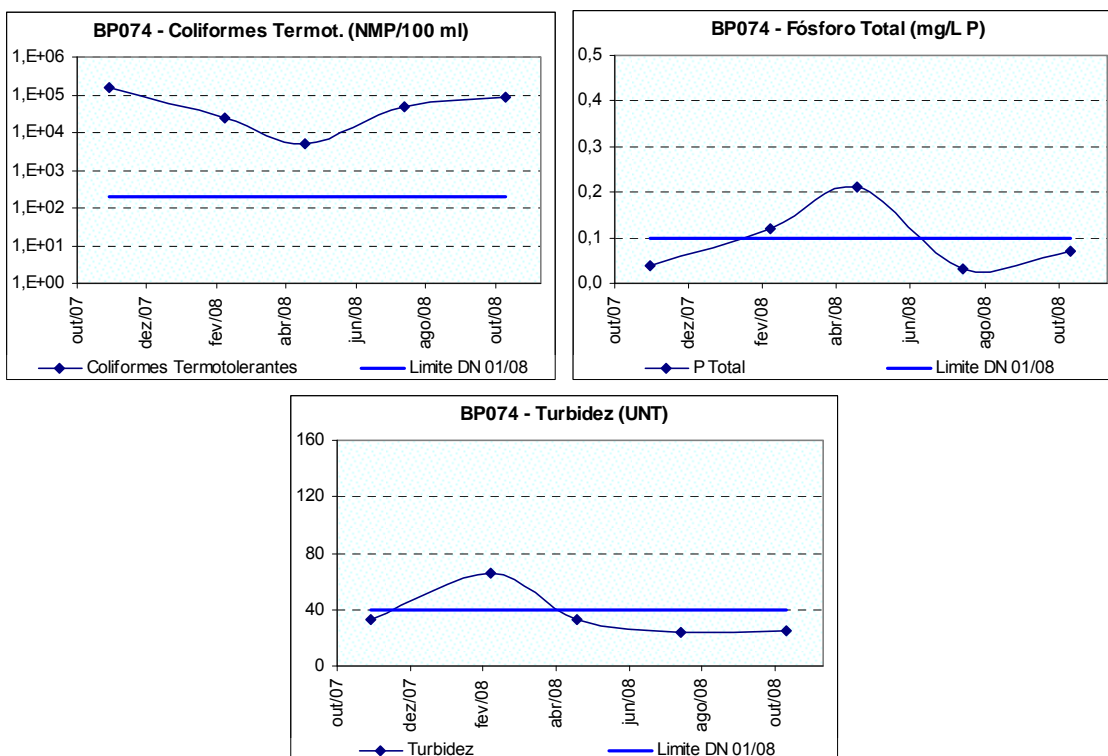
**Estação de Amostragem: BP074**

A estação localizada no ribeirão dos Macacos no município de Cachoeira da Prata, antes de sua foz no rio Paraopeba (BP074), apresentou média anual do Índice de Qualidade das Águas (IQA) em condição de IQA Médio em 2008, primeiro ano em que o monitoramento foi realizado nas quatro campanhas de coleta. Os parâmetros que mais contribuíram para essa condição foram coliformes termotolerantes e turbidez.

Os valores de coliformes termotolerantes ultrapassaram o limite legal em todas as campanhas do ano de 2008 (Figura 10.58). Porém, os valores de fósforo total estiveram acima do limite legal apenas na primeira e segunda campanhas de amostragem, enquanto a turbidez esteve em desacordo com o limite legal na primeira campanha (Figura 10.58). Essas ocorrências se devem ao lançamento de efluentes de esgotos sanitários do município de Cachoeira da Prata.

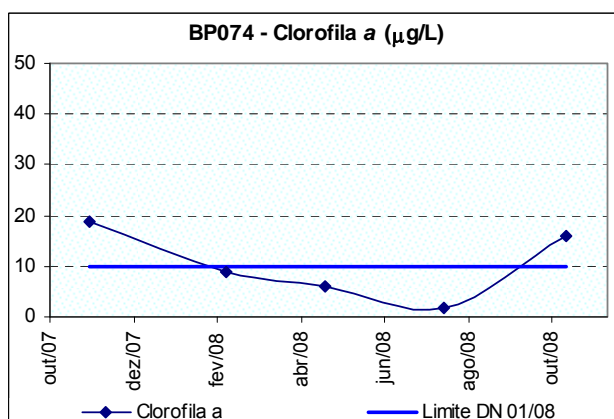


## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.58:** Ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total e turbidez no ribeirão dos Macacos no município de Cachoeira da Prata (BP074) no período de 2007 a 2008.

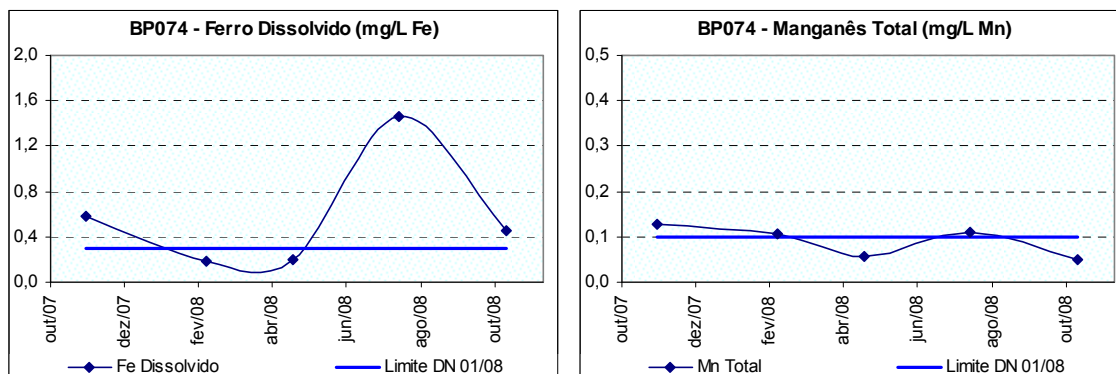
O parâmetro clorofila-a também violou o limite estabelecido na legislação na quarta campanha de monitoramento realizada no ano de 2008 (Figura 10.59). Os resultados de fósforo total e clorofila-a sugerem a ocorrência de possível processo de eutrofização ocorrendo nesse corpo de água. Por ser uma estação de amostragem nova, sugere-se novos resultados para uma análise mais fidedigna.



**Figura 10.59:** Ocorrência de clorofila a no ribeirão dos Macacos no município de Cachoeira da Prata (BP074) no período de 2007 a 2008.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Os metais ferro dissolvido e manganês total se apresentaram acima dos limites definidos na legislação (Figura 10.60), o que reflete o mau uso do solo bem como a erosão e o desmatamento das margens, fatores observados em toda sub-bacia do rio Paraopeba.



**Figura 10.60:** Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no ribeirão dos Macacos no município de Cachoeira da Prata (BP074) no período de 2007 a 2008.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa em 2008, uma vez que não foi detectada nenhuma desconformidade dos contaminantes tóxicos no ribeirão dos Macacos.

### 10.1.14 Ribeirão São João

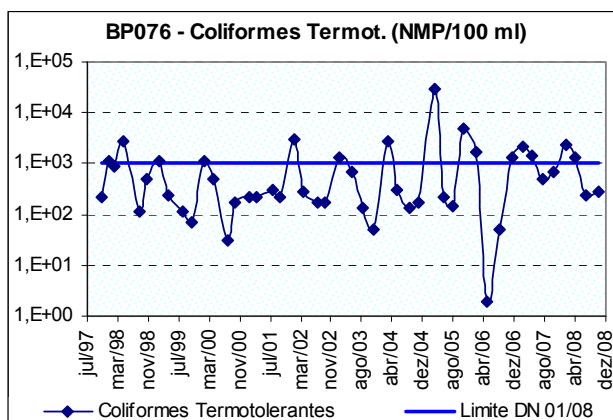
#### UPGRH: SF3

#### Estação de Amostragem: BP076

A média anual do Índice de Qualidade das Águas (IQA) no ribeirão São João, próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP076), manteve a condição de IQA Médio em 2008, em função, principalmente, dos valores de coliformes termotolerantes e turbidez.

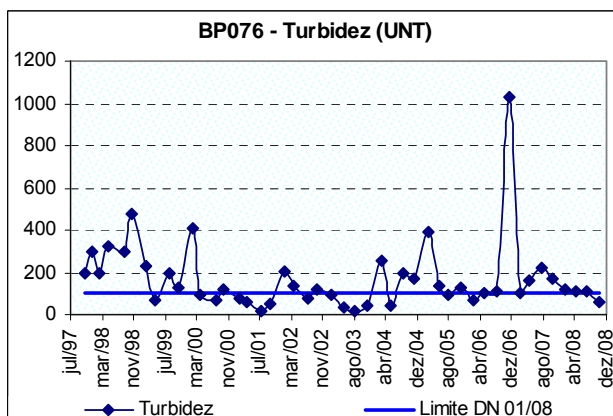
A contagem de coliformes termotolerantes ultrapassou o limite legal estabelecido para corpos de água Classe 2 na primeira e segunda campanhas de 2008, como mostra a Figura 10.61. Estes resultados refletem a interferência da pecuária presente na região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.61:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão São João (BP076) no período de 1997 a 2008.

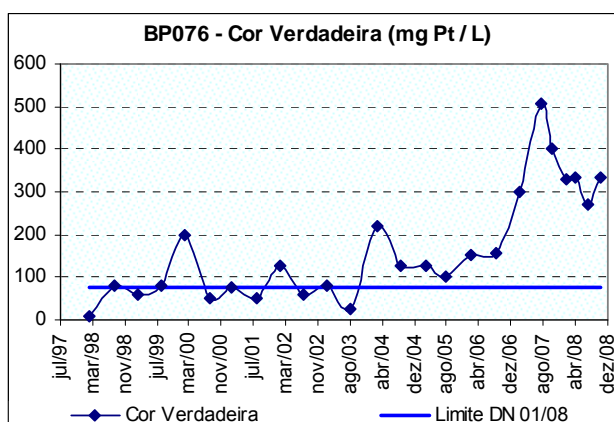
Os resultados de turbidez na primeira, segunda e terceira campanhas de 2008, no rio São João próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP076), violaram o limite de 75 NTU estabelecido na legislação (Figura 10.62) e é decorrente da poluição difusa.



**Figura 10.62:** Ocorrência de turbidez no ribeirão São João (BP076) no período de 1997 a 2008.

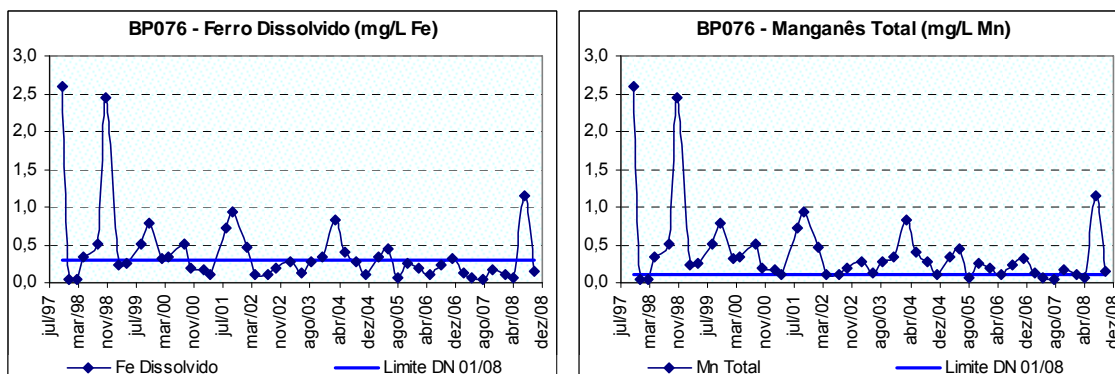
A Figura 10.63 apresenta os valores de cor verdadeira em desacordo com a legislação em todas as campanhas de 2008 no rio São João, próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP076). A cor verdadeira está associada ao mau uso do solo presente na região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.63:** Ocorrência de cor verdadeira no ribeirão São João (BP076) no período de 1997 a 2008.

Os parâmetros ferro dissolvido e manganês total apresentaram valores acima dos limites definidos na legislação na terceira e na primeira e terceira campanhas de 2008, respectivamente (Figura 10.64). O alumínio dissolvido, com valor de 0,45 mg/L Al e limite de 0,1 mg/L Al, também violou a legislação nesta estação de monitoramento na terceira campanha de coleta. Essas ocorrências de metais refletem o mau uso do solo decorrente de atividades agropecuárias desenvolvidas na região.



**Figura 10.64:** Ocorrências de ferro dissolvido e manganês total no ribeirão São João (BP076) no período de monitoramento.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa em 2008, pois não foi detectada nenhuma desconformidade dos contaminantes tóxicos no ribeirão São João.

### 10.1.15 Ribeirão do Cedro

UPGRH: SF3

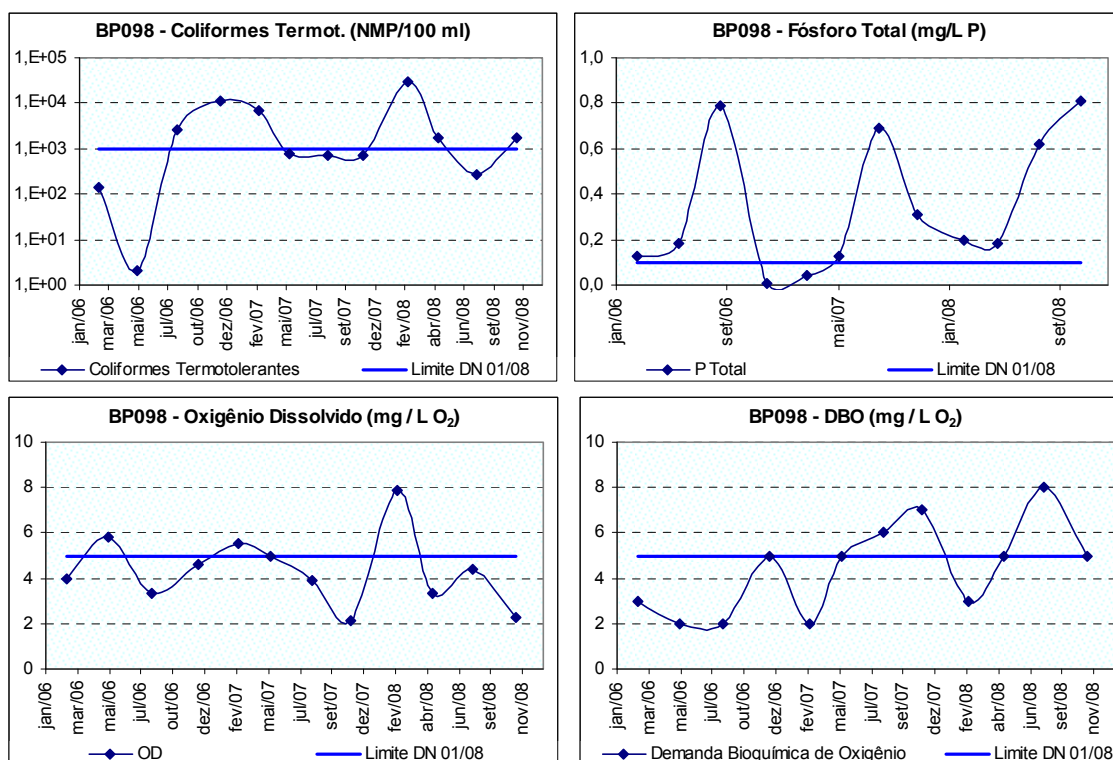
Estação de Amostragem: BP098

O ribeirão do Cedro, monitorado próximo de sua foz no rio Paraopeba em Caetanópolis, apresentou média anual do Índice de Qualidade das Águas (IQA) na

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

faixa Ruim em 2008, influenciado, principalmente, pela contagem de coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido (OD) e fósforo total.

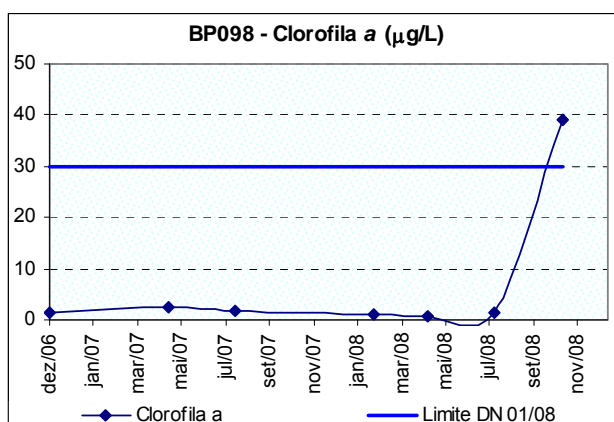
Os resultados dos coliformes termotolerantes, OD e DBO apresentaram violações de seus respectivos limites legais em pelo menos uma das campanhas de amostragem realizadas em 2008, sendo que o fósforo total apresentou pior resultado, com desconformidades em todos os trimestres deste ano (Figura 10.65). Estes valores expressam a degradação causada pelos lançamentos dos esgotamentos sanitários dos municípios de Paraopeba e Caetanópolis neste corpo de água.



**Figura 10.65:** Ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total, OD e DBO no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) no período de 2006 a 2008.

A concentração de clorofila-a também violou o limite estabelecido na legislação na quarta campanha de 2008 (Figura 10.66), sugerindo a ocorrência de processo de eutrofização no ribeirão do Cedro. A alta concentração de fósforo total (8,0 vezes o limite legal) juntamente com as condições físicas deste corpo de água propiciaram este resultado.

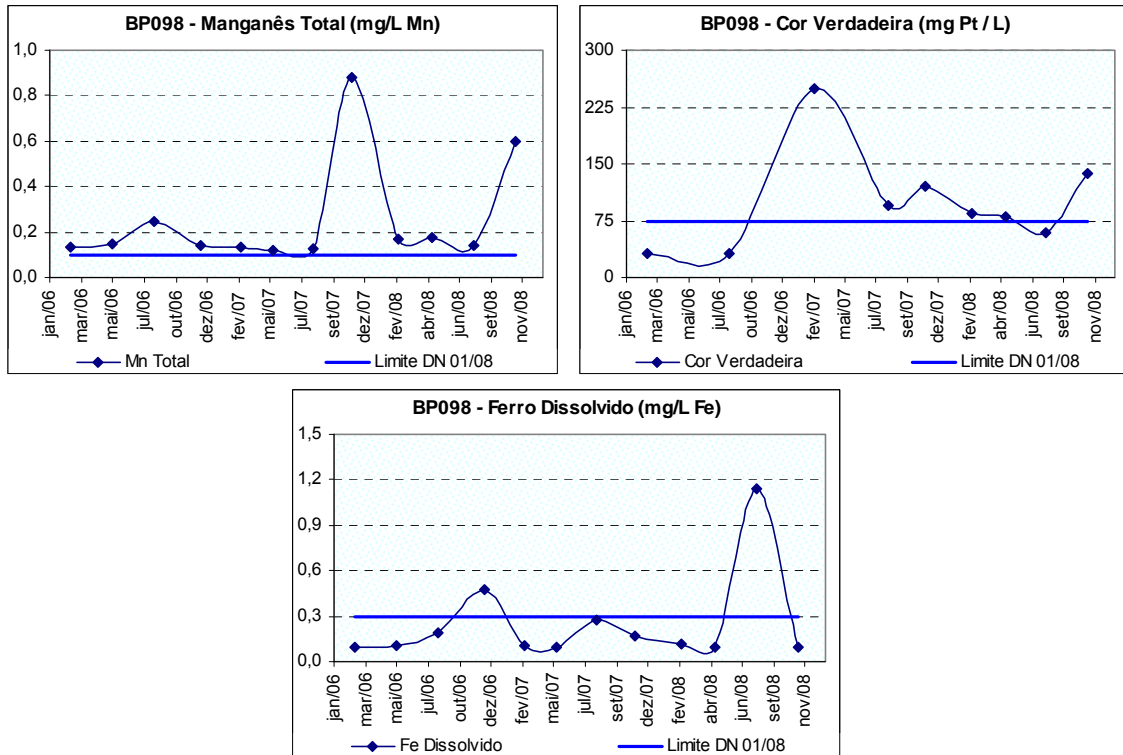
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.66:** Ocorrência de clorofila a no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) no período de 2006 a 2008.

A concentração de manganês total esteve em desacordo com o limite legal em todas as campanhas do ano de 2008 (Figura 10.67) e, embora este metal seja um constituinte típico do solo da região, sua disponibilidade para os corpos de água é potencializada através da poluição difusa ocasionada pelo uso inadequado do solo. Este fato é corroborado pelos valores de cor verdadeira os quais se apresentaram alterados em três das quatro amostragens anuais (Figura 10.67). Vale saber que os parâmetros ferro dissolvido (Figura 10.67) e alumínio dissolvido (com valor de 0,13 mg/L Al e limite de 0,1 mg/L Al) violaram os padrões legais na terceira campanha de coleta.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008



**Figura 10.67:** Ocorrências de manganês total, cor verdadeira e ferro dissolvido no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) no período de 2006 a 2008.

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa em 2008 no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) em função da ausência de violação dos contaminantes tóxicos analisados.

### 11 AVALIAÇÃO AMBIENTAL

#### 11.1. Análise dos Resultados em Desacordo com os Limites Legais

A análise das violações dos resultados da série histórica até o ano de 2007 era discutida com base nos limites legais da Deliberação Normativa 10/86 (1997 até 2004) e da Resolução CONAMA 357/05 (2005 a 2007), levando-se em conta o enquadramento do corpo de água no local de cada ponto de amostragem. No presente relatório os resultados da série histórica de monitoramento passaram a ser submetidos à norma hoje em vigor, a DN Conjunta COPAM/CERH 01/08. Vale reiterar que essa análise não é relativa a violações já ocorridas, mas sim a todos os resultados históricos que estariam fora dos limites da legislação atualmente adotada no estado de Minas Gerais.

Portanto, considerou-se a série de resultados obtidos no período de 1997 a 2008, para as 30 estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba, avaliando-se os parâmetros monitorados com relação ao percentual de amostras cujos valores ultrapassaram os limites legais da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08. A Tabela 11.1 apresenta, em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro, o percentual de resultados que estariam em desacordo com os limites atuais indicando os constituintes mais críticos na bacia.

Observou-se na Tabela 11.1 que os parâmetros coliformes termotolerantes, manganês total e alumínio dissolvido foram os que mais estiveram em desacordo com os limites da DN COPAM/CERH 01/08 em toda a sub-bacia do rio Paraopeba, com 68,2%, 67,5% e 35,0% das ocorrências, respectivamente. As expressivas contagens de coliformes termotolerantes relacionam-se principalmente aos esgotos sanitários que são lançados sem tratamento nos corpos de água pela maioria dos municípios localizados na sub-bacia do rio Paraopeba. O manganês, naturalmente abundante nos solos da região, tem sua presença nas águas aumentada devido às atividades minerárias e agrícolas, associadas à poluição difusa e aos processos de erosão predominantes no alto e médio curso do rio Paraopeba. A atividade industrial do ramo metalúrgico desenvolvida no alto curso também é responsável pela introdução de manganês nas águas desta sub-bacia.

Com relação aos contaminantes tóxicos, o parâmetro chumbo total foi aquele que mais se destacou em termos de alterações (17,5%) e sua principal fonte foram os agroquímicos. Os fenóis totais (5,4%) são compostos orgânicos, possivelmente relacionados aos efluentes sanitários, mas que também podem ser oriundos de despejos industriais e da degradação microbiológica de pesticidas. Alguns compostos fenólicos são resistentes à degradação biológica e podem ser transportados por longas distâncias nas águas.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 11.1** Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de resultados em desacordo com os limites da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 em toda a sub-bacia do rio Paraopeba, no período de 1997 a 2008.

PARÂMETRO	Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08	Nº TOTAL DE COLETAS	% RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08
Coliformes Termotolerantes	603	884	68,2%
Manganês Total	595	881	67,5%
Alumínio Dissolvido	21	60	35,0%
Cor Verdadeira	160	536	29,9%
Fósforo Total	264	899	29,4%
Turbidez	238	899	26,5%
Ferro Dissolvido	235	899	26,1%
Sólidos em Suspensão Totais	224	898	24,9%
Óleos e Graxas*	95	442	21,5%
Chumbo Total	127	725	17,5%
Oxigênio Dissolvido	119	899	13,2%
Demanda Bioquímica de Oxigênio	108	899	12,0%
Clorofila-a	24	222	10,8%
Cromo Total	41	590	6,9%
Fenóis Totais	44	818	5,4%
Arsênio Total	22	464	4,7%
Nitrogênio Amoniacal Total	33	899	3,7%
Substâncias Tensoativas	20	610	3,3%
Cádmio Total	26	799	3,3%
Cianeto Livre***	12	621	1,9%
Níquel Total	7	571	1,2%
Zinco Total	6	620	1,0%
Cobre Dissolvido	2	226	0,9%
pH	5	899	0,6%
Mercúrio Total	2	431	0,5%
Sólidos Dissolvidos Totais	2	710	0,3%
Bário Total	0	488	0,0%
Boro Total	0	104	0,0%
Cloreto Total	0	899	0,0%
Densidade de Cianobactérias	0	9	0,0%
Nitrato	0	899	0,0%
Nitrito	0	562	0,0%
Selênio Total	0	497	0,0%
Sulfato Total	0	431	0,0%
Sulfeto**	0	565	0,0%

\* Considerou-se como limite 1mg/L

\*\* Considerou-se como limite 0,5 mg/L (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* À título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre. Considerou-se como limite para corpos de água de classe 1 e 2, o valor de 0,01 mg/L (Limite de detecção do método analítico).



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Os quadros a seguir apresentam os mais importantes fatores de PRESSÃO associados aos indicadores de degradação em 2008 e os parâmetros que apresentaram mais resultados em desacordo com os limites da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 no período de 1997 a 2008 para cada ponto de amostragem, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas.

Os metais e outras substâncias tóxicas responsáveis por Contaminação por Tóxicos Alta em 2008 estão realçados em vermelho.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Paraopeba  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP022	2	Lançamento de esgoto sanitário Agricultura Carga difusa Resíduos sólidos Suinocultura	Coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total e pH	Coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total e pH
BP079	1	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (metalurgia) Atividade minerária Carga difusa Agricultura	Chumbo total, clorofila-a, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Coliformes termotolerantes, manganês total, ferro dissolvido, chumbo total e sólidos em suspensão totais.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Paraopeba  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP027	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluentes industriais (siderurgia) Atividade minerária Pecuária Agricultura Erosão Assoreamento	Alumínio dissolvido, chumbo total, <b>cianeto total</b> , coliformes termotolerantes, cor verdadeira, cromo total, ferro dissolvido, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Manganês total, coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido, cor verdadeira e cromo total.
BP029	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluentes industriais (ferro gusa) Atividade minerária Expansão urbana Carga difusa Agricultura Erosão Assoreamento Resíduos sólidos	Alumínio dissolvido, arsênio total, chumbo total, <b>cianeto total</b> , coliformes termotolerantes, cor verdadeira, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Manganês total, coliformes termotolerantes, alumínio total, cromo total e cor verdadeira.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Paraopeba  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP036	2	<p> Lançamento de esgoto sanitário                      Atividade minerária                      Agricultura                      Pecuária                      Erosão</p>	<p> Alumínio total, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.</p>	<p> Manganês total, alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, cor verdadeira e sólidos em suspensão totais.</p>
BP068	2	<p> Lançamento de esgoto sanitário                      Atividade minerária                      Agricultura                      Assoreamento                      Erosão</p>	<p> Alumínio dissolvido, <b>arsênio total</b>, chumbo total, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão e turbidez.</p>	<p> Coliformes termotolerantes, manganês total, alumínio dissolvido, cromo total e cor verdadeira.</p>
BP070	2	<p> Lançamento de esgoto sanitário                      Lançamento de efluente industrial (metalurgia)                      Expansão urbana</p>	<p> Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.</p>	<p> Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, manganês total, cor verdadeira e ferro dissolvido.</p>
BP072	2	<p> Lançamento de esgoto sanitário                      Lançamento de efluente industrial (têxtil e metalurgia)                      Expansão urbana                      Agricultura</p>	<p> Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.</p>	<p> Coliformes termotolerantes, manganês total, alumínio dissolvido, fósforo total e cor verdadeira.</p>



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Paraopeba  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP082	2	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa Agricultura Pecuária Atividade minerária	Alumínio dissolvido, chumbo total, clorofila-a, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Manganês total, coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido, fósforo e sólidos em suspensão totais.
BP083	2	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa Agricultura Pecuária Atividade minerária	Chumbo total, clorofila-a, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Manganês total, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, sólidos em suspensão totais e turbidez.
BP078	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade minerária Erosão Expansão urbana Carga difusa Agropecuária	Alumínio total, clorofila-a, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Alumínio dissolvido, manganês total, cor verdadeira, clorofila-a e turbidez.
BP099	2	Agricultura Pecuária Erosão Resíduos sólidos	Alumínio dissolvido, chumbo total, clorofila-a, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Alumínio dissolvido, cor verdadeira, clorofila-a, manganês e turbidez.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Maranhão  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP084	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (metalurgia e bebidas) Atividade minerária Expansão urbana Resíduos sólidos Assoreamento Erosão Pecuária	Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, nitrogênio amoniacal total e OD.	Manganês total, coliformes termotolerantes, OD, alumínio dissolvido e cor verdadeira.
BP080	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (metalurgia) Expansão urbana Atividade minerária Agricultura	Alumínio dissolvido, <b>cianeto total</b> , <b>chumbo total</b> , clorofila-a, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, OD, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Manganês total, coliformes termotolerantes, fósforo total, alumínio total e cor verdadeira.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Brumado  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP024	1	Carga difusa Agricultura Pecuária Erosão Assoreamento	Chumbo total, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Coliformes termotolerantes, manganês total, turbidez, sólidos em suspensão totais e ferro dissolvido.





Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Camapuã  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP026	1	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (ferro gusa) Erosão Atividade minerária Expansão urbana Agricultura	Chumbo total, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Coliformes termotolerantes, manganês total, turbidez, ferro dissolvido e sólidos em suspensão totais.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Macaúbas  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO		ESTADO
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP032	1	Lançamento de esgoto sanitário Pecuária Agricultura Carga difusa	Alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, pH, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Alumínio dissolvido, ferro dissolvido, coliformes termotolerantes, chumbo total e turbidez.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão Casa Branca  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP092	1	<p>Lançamento de esgoto sanitário Pecuária Expansão urbana</p>	<p>Coliformes termotolerantes.</p>	<p>Coliformes termotolerantes, óleos e graxas, turbidez, ferro dissolvido e fenóis totais.</p>



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão Catarina  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO		ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008	
BP094	1	Lançamento de esgoto sanitário Agricultura Pecuária Expansão urbana	Coliformes termotolerantes e ferro dissolvido.	Coliformes termotolerantes, óleos e graxas, fenóis totais, ferro dissolvido e arsênio total.	



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Veloso  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP066	2	Carga difusa Atividade minerária Resíduos sólidos Expansão urbana	Alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, <b>romo total</b> , ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, níquel total, sólidos em suspensão totais e turbidez.	Coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total, chumbo total e alumínio dissolvido.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Manso  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP096	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (metalurgia) Carga difusa Atividade minerária Expansão urbana	Alumínio dissolvido, clorofila-a, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total.	Coliformes termotolerantes, manganês total, alumínio dissolvido, ferro dissolvido e óleos e graxas.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão Sarzedo  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP086	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (indústria de borracha sintética) Atividade minerária Assoreamento Expansão urbana	Clorofila- <i>a</i> , coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, óleos e graxas, e OD.	Manganês total, coliformes termotolerantes, clorofila <i>a</i> , óleos e graxas e fósforo total.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Rio Betim  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP088	1	Assoreamento Carga Difusa	Coliformes termotolerantes, manganês total e turbidez.	Manganês total, óleos e graxas, ferro dissolvido, OD e sólidos em suspensão totais.
BP071	3	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (metalurgia e têxtil) Carga difusa Expansão urbana Resíduos Sólidos	Cianeto total, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO, fenóis totais, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, óleos e graxas, OD e substâncias tensoativas.	DBO, fósforo total, coliformes termotolerantes, OD e óleos e graxas.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão das Areias  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP073	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (metalurgia e têxtil) Carga difusa Expansão urbana	Chumbo total, <b>cianeto total</b> , clorofila-a, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO, <b>fenóis totais</b> , fósforo total, manganês total, <b>nitrogênio amoniacal total</b> , óleos e graxas, OD e substâncias tensoativas.	Clorofila-a, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, DBO e fósforo total.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão Serra Azul  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO		ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008	
BP069	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (bebidas) Carga difusa Expansão urbana	Coliformes termotolerantes, DBO, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, OD e sólidos em suspensão totais.	Coliformes termotolerantes, fósforo total, DBO, OD e manganês total.	



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão Grande  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP090	2	Atividade minerária Agricultura Pecuária	Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total e manganês total.	Cor verdadeira, alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e manganês total



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão Macacos  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP074	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial (têxtil) Atividade minerária Expansão urbana Carga difusa	Clorofila-a, coliformes termotolerantes, DBO, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, óleos e graxas e turbidez.	Coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total, óleos e graxas e fósforo total.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão São João  
UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO		ESTADO
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP076	2	Atividade minerária Assoreamento Pecuária Carga difusa	Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, manganês total e turbidez.	Cor verdadeira, turbidez, alumínio dissolvido, sólidos em suspensão totais, ferro dissolvido e cromo total.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Corpo de água: Ribeirão do Cedro

UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2008	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NO PERÍODO DE 1997 A 2008
BP098	2	<p>Lançamentos de esgoto sanitário Atividade minerária Pecuária Carga difusa</p>	<p>Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, clorofila-a, cor verdadeira, DBO, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total e OD.</p>	<p>Alumínio dissolvido, cor verdadeira, fósforo total, manganês total e OD.</p>

### 12 AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL – RESPOSTA

#### 12.1 Contaminação por esgoto sanitário

Dos parâmetros que representam um indicativo de contaminação dos corpos de água por lançamento de esgoto sanitário, os que apresentaram maior número de resultados em desconformidade com os limites da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/08 no estado de Minas Gerais, entre 1997 e 2008, foram coliformes termotolerantes, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD) com, respectivamente, 54,3%, 29,2%, 11,1%, e 11,0% de ocorrências. A contaminação dos corpos de água por lançamentos de esgoto sanitário é um fator de PRESSÃO comum sobre a qualidade das águas da sub-bacia do rio Paraopeba, conforme observado no item 11.1.

Portanto, foram levantados os municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que apresentam população urbana superior a 30.000 habitantes, de acordo com o Censo 2000 do IBGE, e que possuem estação de amostragem em um trecho de corpo de água a montante e/ou a jusante dos lançamentos destes municípios. Para cada estação, conforme apresentado na Tabela 12.1, avaliou-se a evolução do Índice de Qualidade das Águas (IQA) ao longo dos anos. O IQA é um bom indicador da contaminação por esgotos sanitários, pois é uma síntese da ocorrência de sólidos, nutrientes e principalmente matéria orgânica e fecal. Além disso, verificaram-se as ocorrências de desconformidades em relação aos principais parâmetros associados aos esgotos domésticos, quais sejam coliformes termotolerantes (matéria fecal), oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (matéria orgânica), nitrogênio amoniacal total e fósforo total (nutrientes), que estão dispostos na Tabela 12.2.

A Tabela 12.1 demonstra que o IQA Muito Ruim ou Ruim ao longo dos anos vem caracterizando a má qualidade dos corpos de água que recebem os lançamentos dos esgotos dos municípios de Betim, Conselheiro Lafaiete e Congonhas. O ribeirão Sarzedo em Ibirité e o rio Grande em Esmeraldas também refletem a influência do lançamento de esgoto sanitário sem tratamento.

Betim é o município mais populoso da sub-bacia do rio Paraopeba e o que mais contribui com a matéria orgânica nos corpos de água monitorados, conforme apresentado na Tabela 12.1. O rio Betim, próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), apresentou altos percentuais de resultados em desacordo com os limites estabelecidos na DN COPAM/CERH 01/08 para os parâmetros coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total e nitrogênio amoniacal (Tabela 12.2). O rio Maranhão, a jusante de Conselheiro Lafaiete (BP084), também mostrou percentuais elevados de resultados desconformes para coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e fósforo total. Os pontos localizados em Ibirité (BP086), Congonhas (BP080) e Esmeraldas (BP090), embora em menor quantidade, também apresentaram o mesmo resultado para alguns dos parâmetros sanitários selecionados, principalmente coliformes termotolerantes e fósforo total, segundo os dados da Tabela 12.2.

Os municípios que mais contribuem com as ocorrências de matéria orgânica nos cursos de água monitorados na sub-bacia do rio Paraopeba são: Betim, Ibirité,

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

Conselheiro Lafaiete, Esmeraldas e Congonhas, conforme apresentado na Tabela 12.2. Os corpos de água que drenam a área urbana desses municípios apresentam uma vazão que não permite a depuração da matéria orgânica proveniente dos esgotos sanitários municipais, resultando na condição observada.

Portanto, para conter a emissão de efluentes sanitários, recomenda-se a definição de ações que priorizem a implantação e/ou otimização dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios citados acima, especialmente da cidade de Betim.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 12.1:** Evolução da média anual do IQA dos municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que possuem população urbana superior a 30.000 habitantes.

Estações	Corpo de água	Localização	Município	População Urbana	Média Anual do IQA											
					1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BP088	Rio Betim	Montante	<b>Betim</b>	306.675				Bom	Médio	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
BP071	Rio Betim	Jusante			M. Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	M. Ruim	M. Ruim
BP086	Ribeirão Sarzedo	Jusante	<b>Ibirité</b>	133.044				Médio	Médio	Médio	Médio	Ruim	Médio	Médio	Ruim	Ruim
BP084	Rio Maranhão	Jusante	<b>C. Lafaiete</b>	102.836				Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	-	Ruim
BP090	Rio Grande	Montante	<b>Esmeraldas</b>	47.090				Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
BP082	Rio Paraopeba	Jusante			Ruim	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
BP080	Rio Maranhão	Jusante	<b>Congonhas</b>	41.256	Médio	Médio	Médio	Médio	Ruim	Ruim	Médio	Ruim	Ruim	Ruim	-	Ruim

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

**Tabela 12.2:** Avaliação dos parâmetros associados aos esgotos sanitários dos municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que possuem população urbana superior a 30.000 habitantes.

Estações	Corpo de água	Localização	Município	População Urbana	% de Resultados em desacordo com os limites da DN COPAM/CERH 01/08 no período de 1997 a 2008				
					Coliformes Termotolerantes	Nitrogênio Amoniacal Total	OD	DBO	Fósforo Total
BP088	Rio Betim	Montante	<b>Betim</b>	298.258	8,0	0	14,0	3,0	3,0
BP071	Rio Betim	Jusante			84,0	35,0	96,0	87,0	85,0
BP086	Ribeirão Sarzedo	Jusante	<b>Ibirité</b>	132.335	81,0	3,0	6,0	28,0	36,0
BP084	Rio Maranhão	Jusante	<b>Conselheiro Lafaete</b>	99.515	97,0	22,0	94,0	39,0	64,0
BP090	Rio Grande	Montante	<b>Esmeraldas</b>	47.090	47,0	0	0	0	6,0
BP082	Rio Paraopeba	Jusante			65,0	0	0	4,0	39,0
BP080	Rio Maranhão	Jusante	<b>Congonhas</b>	41.256	93,0	0	17,0	17,0	80,0

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 12.2 Contaminação por atividades industriais e minerárias

No estado de Minas Gerais foram verificadas, no período de 1997 a 2008, algumas ocorrências de metais tóxicos em desconformidade com os padrões legais, quais sejam: cromo total, chumbo total, cádmio total, cobre dissolvido, zinco total, mercúrio total bem como de outras substâncias tóxicas como arsênio total, fenóis totais, nitrogênio amoniacal total e cianeto total. Na sub-bacia do rio Paraopeba, identificaram-se ocorrências de arsênio total, nitrogênio amoniacal, chumbo total, cianeto total, cromo total e fenóis totais em concentrações que resultaram na Contaminação por Tóxicos (CT) Alta em 2008.

As ocorrências de CT Alta em função dos valores de cianeto total e a violação de chumbo total na estação monitorada no ribeirão das Areias, antes de sua foz no rio Betim (BP073), confirmam a interferência dos lançamentos de efluentes industriais (galvanoplastia) neste corpo de água. O cianeto total também foi o responsável pela CT Alta obtida no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) e está associado aos efluentes industriais (siderurgia) presentes na região de Betim. No rio Paraopeba, a jusante de Jeceaba (BP027) e na cidade de Belo Vale (BP029), o cianeto está associado às atividades industriais (siderurgia e produção de ferro gusa) localizadas em Jeceaba e Belo Vale. Também devido às indústrias de siderurgia, ocorrências de chumbo e cianeto foram responsáveis pela CT Alta obtida no rio Maranhão próximo de sua foz no rio Paraopeba a jusante da cidade de Congonhas (BP080).

Desta forma, ressalta-se a importância da efetividade das ações de controle ambiental, acrescidas de programas de melhorias do tratamento dos efluentes das indústrias instaladas em Betim, Congonhas, Jeceaba e Belo Vale. Tais ações visam conter maiores danos ambientais principalmente nas regiões das estações de monitoramento citadas acima.

### 12.3 Contaminação por mau uso do solo

Entre 1997 e 2008, foram verificadas em Minas Gerais várias ocorrências de manganês total, ferro dissolvido, turbidez e alumínio dissolvido em desconformidade com os padrões legais. Estes parâmetros se destacam por caracterizar, principalmente, o mau uso do solo no Estado.

Na sub-bacia do rio Paraopeba, concentrações elevadas de ferro dissolvido e manganês total destacaram-se nos rios Veloso a jusante de Itatiaiuçu, (BP066), Brumado a jusante de Entre Rios de Minas (BP024), e Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026), no ano de 2008. Além disso, no rio Camapuã (BP026) foram obtidos valores elevados de turbidez, sólidos em suspensão totais e cor verdadeira. O mau uso do solo, juntamente com o desmatamento das margens e o período chuvoso foram os responsáveis pelo resultado apresentado nas três estações de amostragem citadas.

Devido às concentrações de chumbo total apresentadas no ano de 2008, foi obtida CT Média nos três pontos de monitoramento citados acima. Ainda neste ano, valores elevados de cromo total no rio Veloso, a jusante de Itatiaiuçu (BP066), e de arsênio

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

total no rio Paraopeba, na localidade de Fecho do Funil (BP068), resultaram em CT Alta. A ocorrência desses metais, presentes na constituição de agroquímicos (herbicidas e inseticidas) e fertilizantes, está associada às culturas agrícolas desenvolvidas na sub-bacia do rio Paraopeba.

Recomenda-se, portanto, priorizar ações a fim de se conter maiores danos ambientais decorrentes de uso insustentável do solo especialmente nas estações de monitoramento localizadas nos trechos citados dos rios Veloso, Brumado, Camapuã e Paraopeba.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

### 13 BIBLIOGRAFIA

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Denominações urbanas. Disponível em <[www.almg.gov.br](http://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: <<http://www.amm-mg.org.br>>.

APHA (American Public Health Association). 1985. Biological examination of water. *In* :---. 16.ed. Washington : APHA, AWWA, WPCF. p-1041-1215.

APHA (American Public Health Association). 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. AWWA/WPCH, 20<sup>a</sup> ed. Washington: Lenore S. Clesceri et al..

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

BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 3<sup>a</sup> ed., São Paulo, CETESB/ASCETESB, 1986.

BRIGANTE, J. & ESPÍNOLA, E.L.G. Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RIMA, 2003. 278p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: Relatórios ambientais. São Paulo: CETESB, 2005. 265p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>

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](http://www.dnpm.gov.br/pluger16.html)>. 2002.

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

DVWK (Deutscher Verband Für Wasserwirtschaft Und Kulturbau). 1999. Manuais para gerenciamento de recursos hídricos: Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados a águas correntes. Trad. J. H. Saar, Florianópolis: FATMA/GTZ.

ESTEVES, FRANCISCO A. Eutrofização Artificial. *In*: ESTEVES, FRANCISCO A. Fundamentos de limnologia. 2<sup>a</sup>. Edição. Rio de Janeiro: Interciência LTDA, 1998. p. 504.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

FATMA/GTZ. 1999. Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados às águas correntes. Parte I: Características gerais, nutrientes, elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina, Florianópolis. 108 p.

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

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

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

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

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

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

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. 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.

\_\_\_\_\_. Eventos de mortandade de peixes acompanhados pela FEAM de 1996 a 2002. Belo Horizonte: FEAM, 2005.

\_\_\_\_\_. Agenda Marrom: 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](http://www.ibge.gov.br)>.

\_\_\_\_\_. Pesquisa de informações básicas municipais 1999. Perfil dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro, 2001. 121p.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

\_\_\_\_\_. 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. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Doce em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 138 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Grande em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 165 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Jequitinhonha em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 110 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Mucuri em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 111 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Pará em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 119 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Paraíba do Sul em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 147 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Paranaíba em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 125 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Paraopeba em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 127 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Pardo em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 101 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco - Norte em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 141p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco - Sul em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 125 p.

\_\_\_\_\_. Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio das Velhas em 2005. Belo Horizonte: IGAM, 2006. 146 p.

\_\_\_\_\_. Sistema de Cálculo de Índice de Qualidade de Água (SCQA) - estabelecimento das equações do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Belo Horizonte: IGAM, 2005. 18p.

\_\_\_\_\_. 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.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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.

LAMPARELLI, M. C. Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP, 2004. 237 p. Tese (Doutorado em Ciências na área de ecossistemas terrestres e aquáticos)- Programa de Pós-Graduação em Ciências, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

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 e sociedade 1ª ed. Juiz de Fora: Jorge Macedo, 2002, 487p.

\_\_\_\_\_. Águas & Águas. 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.

ODUM, E. 1983. Ecologia. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara. 423 p.

PÁDUA, H. B. Alcalinidade, condutividade e salinidade em sistemas aquáticos. Disponível em <[www.ccinet.com.br/tucunare/alcalinidade.htm](http://www.ccinet.com.br/tucunare/alcalinidade.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.

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.

Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do Rio São Francisco. GEF / PNUMA / OEA / SRH. Sub-projeto 1.2. Avaliação das Interferências Ambientais da Mineração sobre os Recursos Hídricos na Bacia do Alto Rio das Velhas. IGAM. GOLDER ASSOCIATES. 2001.

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

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





## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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.

SECT/MG: Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, CETEC: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais e IGA: Instituto de Geociências Aplicadas. Diagnóstico Ambiental do Vale do Paraopeba. Belo Horizonte. 1996.

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.

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.



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

# ANEXOS



# **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008**

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



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

UPGRH SF3			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Belo Vale	7429	3136	4293
Betim	306675	298258	8417
Bonfim	6866	2556	4310
Brumadinho	26614	19373	7241
Cachoeira da Prata	3780	3549	231
Caetanópolis	8571	7400	1171
Casa Grande	2264	1013	1251
Congonhas	41256	39458	1798
Conselheiro Lafaiete	102836	99515	3321
Cristiano Ottoni	4905	3626	1279
Crucilândia	4477	2251	2226
Entre-Rios de Minas	13114	8390	4724
Esmeraldas	47090	38181	8909
Florestal	5647	3840	1807
Fortuna de Minas	2437	1515	922
Ibirité	133044	132335	709
Igarapé	24838	22977	1861
Inhaúma	5195	3464	1731
Itatiaiuçu	8517	5039	3478
Jeceaba	6109	2831	3278
Juatuba	16389	15929	460
Maravilhas	6232	4102	2130
Mario Campos	10535	7952	2583
Mateus Leme	24144	20394	3750
Moeda	4469	1569	2900
Ouro Branco	30383	26303	4080
Paraopeba	20383	17283	3100
Pequi	3717	2556	1161
Piedade dos Gerais	4274	1584	2690
Queluzito	1791	673	1118
Rio Manso	4646	2862	1784
São Brás do Suaçuí	3282	2718	564
São Joaquim de Bicas	18152	13716	4436
São José da Varginha	3225	1541	1684
Sarzedo	17274	14738	2536
<b>TOTAL</b>	<b>930560</b>	<b>832627</b>	<b>97933</b>

Fonte: (IBGE, 2000)



# **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008**

## 1 COLIFORMES FECALIS

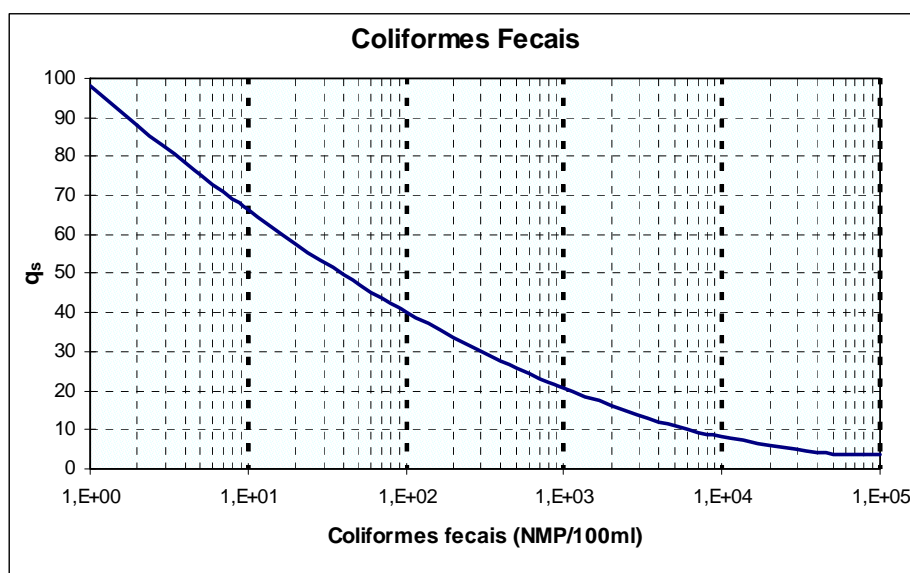
As equações para o cálculo da qualidade ( $q_s$ ) do parâmetro Coliformes Fecais (CF) são:

Para  $CF \leq 105$  NMP/100ml

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

Para  $CF > 105$  NMP/100ml

$$\Rightarrow q_s = 3,0$$



## 2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – PH

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

Para  $pH \leq 2,0$

$$\Rightarrow q_s = 2,0$$

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

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

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

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

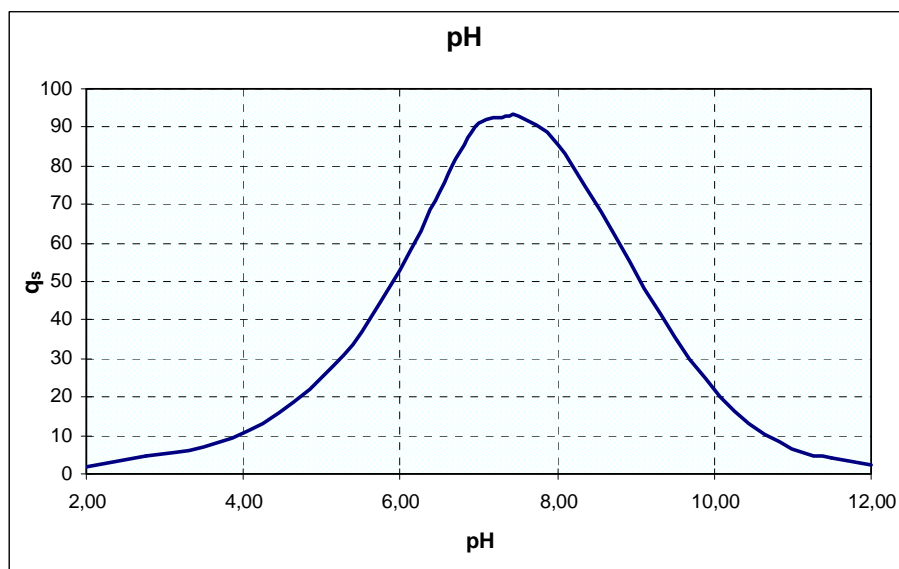
Para  $7,1 < pH \leq 12$

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

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

$\Rightarrow$

$$q_s = 3,0$$



### 3 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO – DBO

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

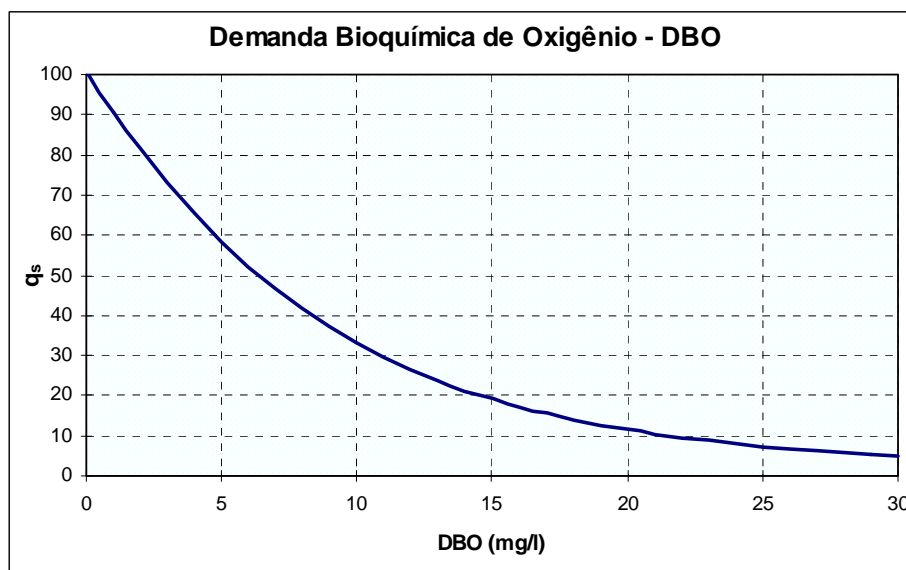
Para  $\text{DBO} \leq 30 \text{ mg/l}$

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

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

$\Rightarrow$

$$q_s = 2,0$$



#### 4 NITRATO – NO<sub>3</sub>

As equações para o cálculo da qualidade (qs) do parâmetro Nitrato (NO<sub>3</sub>) são:

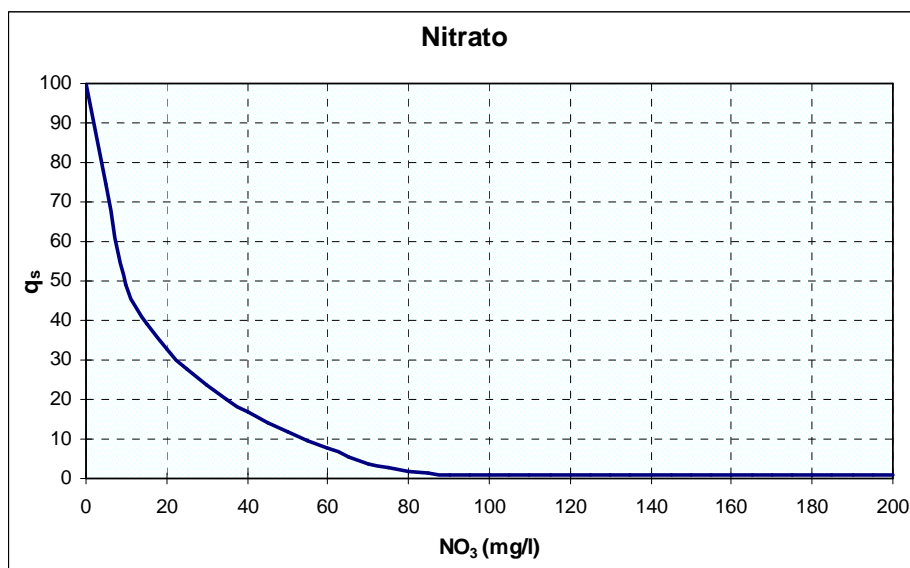
Para NO<sub>3</sub> ≤ 10 mg/l ⇒  $q_s = -5,1 \times NO_3 + 100,17$

Para 10 < NO<sub>3</sub> ≤ 60 mg/l ⇒  $q_s = -22,853 \times \ln(NO_3) + 101,18$

Para 60 < NO<sub>3</sub> ≤ 90 mg/l ⇒  $q_s = 10.000.000.000 \times (NO_3)^{5,1161}$

Para NO<sub>3</sub> > 90 mg/l ⇒  $q_s = 1,0$



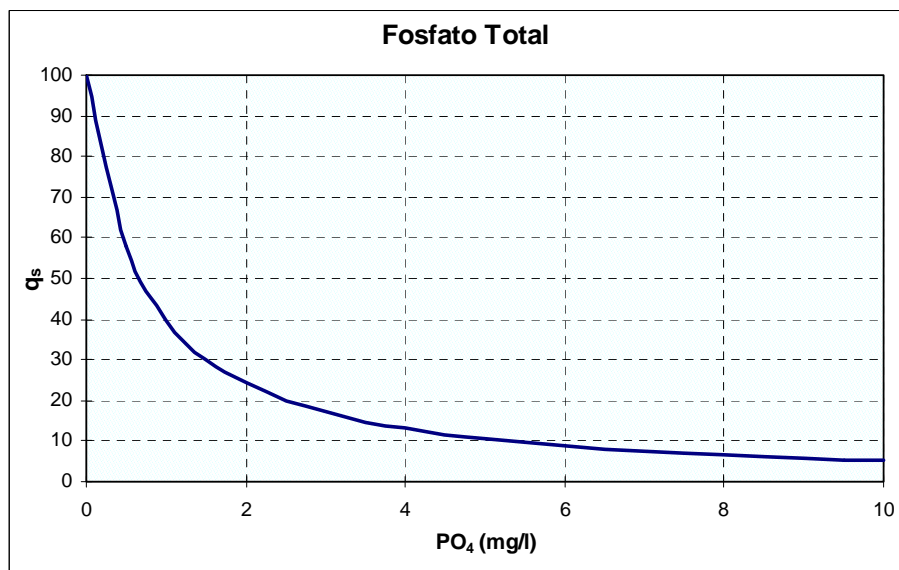


## 5 FOSFATO TOTAL – PO<sub>4</sub>

As equações para o cálculo da qualidade (qs) do parâmetro Fósforo Total (PO<sub>4</sub>) são:

Para PO<sub>4</sub> ≤ 10 mg/l                    ⇒      $q_s = 79,7 \times (PO_4 + 0,821)^{-1,15}$

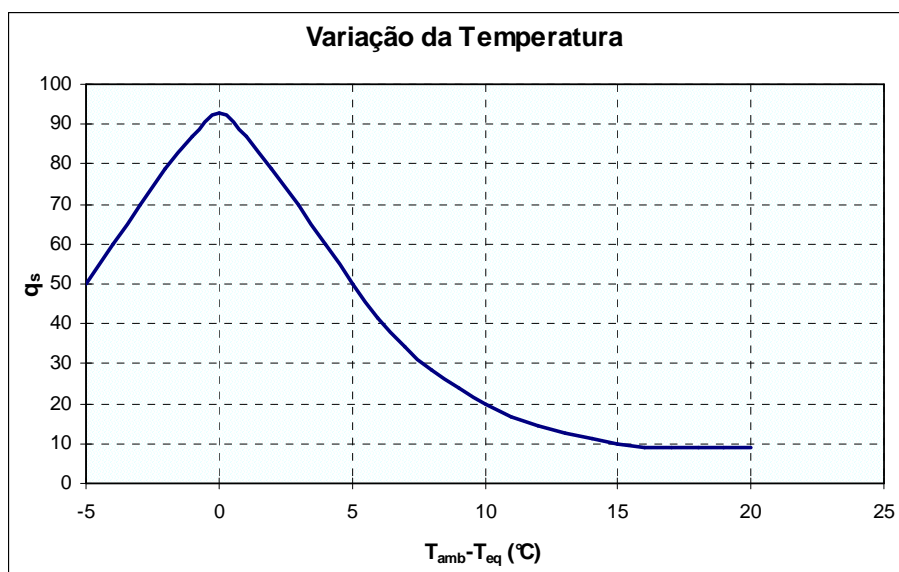
Para PO<sub>4</sub> > 10,0 mg/l                ⇒      $q_s = 5,0$



### 6 TEMPERATURA (AFASTAMENTO DA TEMPERATURA DE EQUILÍBRIO)

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

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



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

### 7 TURBIDEZ

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

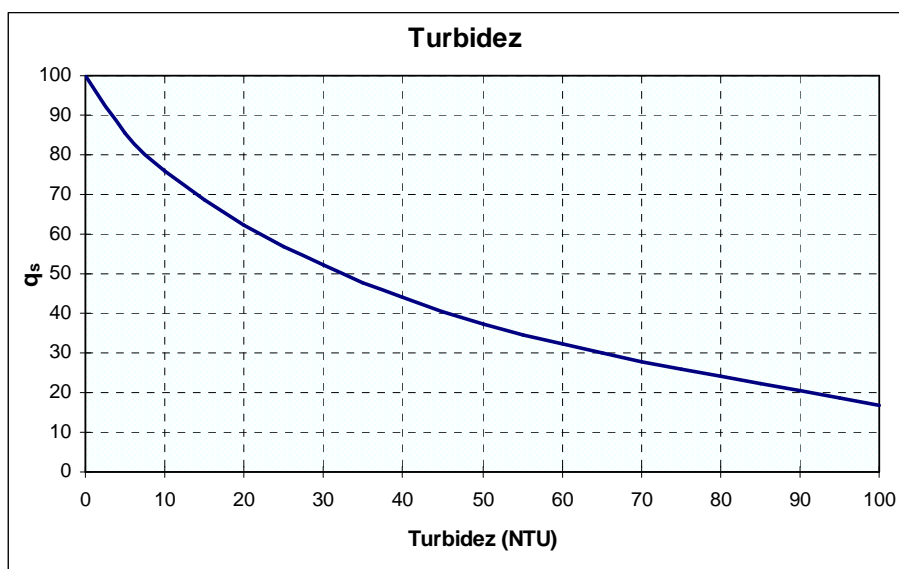
Para  $Tu \leq 100$

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

Para  $Tu > 100$

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

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



### 8 SÓLIDOS TOTAIS - ST

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

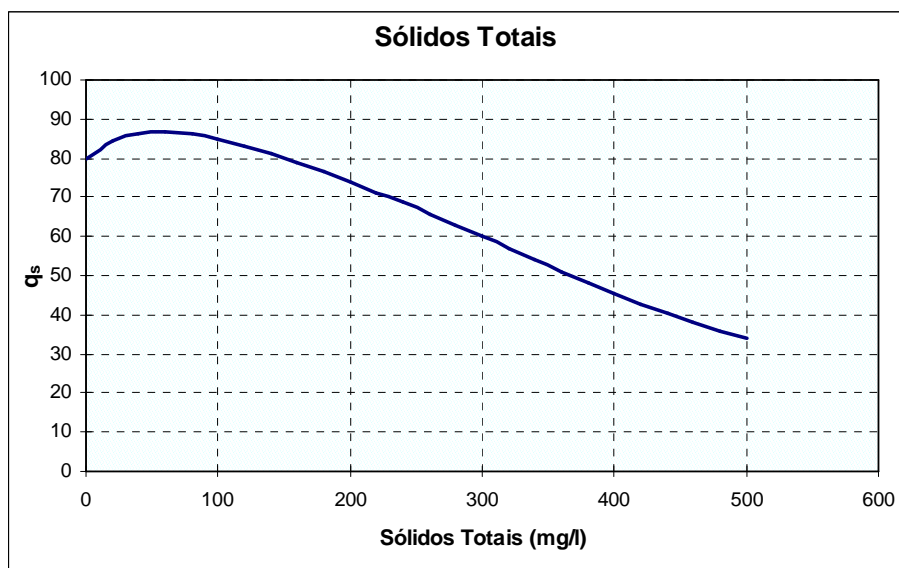
Para  $ST \leq 500$

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

Para  $ST > 500$

$$\Rightarrow \boxed{q_s = 30,0}$$

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



### 9 OXIGÊNIO DISSOLVIDO – (OD = % OXIGÊNIO DE SATURAÇÃO)

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

Para OD% saturação  $\leq 100$  mg/l

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

Onde:

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

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

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

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

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

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

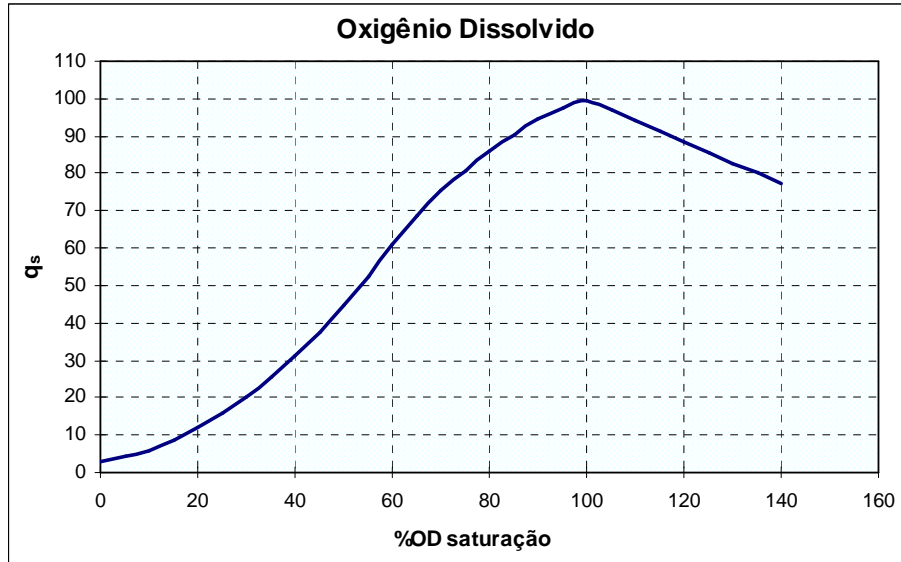
$$q_s = -0,00777142857142832 \times (OD)^2 + 1,27854285714278 \times OD + 49,8817148572$$

Para OD% saturação  $> 140$  mg/l

$$\Rightarrow q_s = 47,0$$

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

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





# **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008**

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, em sua resolução N° 357/2005, classifica as águas segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. A esse sistema, chama-se enquadramento dos corpos de água, que estabelece o nível de qualidade (classe) a ser mantido ou alcançado em um corpo de água ao longo do tempo, em termos dos usos possíveis com segurança determinada.

As coleções de água doce são classificadas de acordo com seus usos preponderantes em 5 classes:

### **I - Classe especial:** águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

### **II - Classe 1:** águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

### **III - Classe 2:** águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme
- d) Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- e) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- f) à aquicultura e à atividade de pesca.

### **IV - Classe 3:** águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

### **V - Classe 4:** águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2008





## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Rio Paraopeba a montante de Cristiano Otoni,  
próximo de sua nascente

Variável	Padrão			Unidade	BP022			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Cristiano Otoni			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					06/02/08	21/04/08	21/07/08	21/10/08
Hora de Amostragem					10:30	10:20	11:15	11:55
Condições do Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	25,00	25,00	22,00	23,00
Temperatura da Água				° C	21,60	21,60	21,00	22,10
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		5,9	6,2	6,4	6,4
Condutividade Elétrica				µmho/cm	40,5	41,4	38,9	46,2
Turbidez	40	100	100	UNT	14,2	9,3	4,3	10,9
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	61	57	30	53
Sólidos Totais				mg / L	44	57	51	51
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	34		37	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	10,0	2,0	14,0	3,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16,9		18,6	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16,9		18,6	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16,8		13,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,2		11,8	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,6		1,3	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,28	1,04	1,32	1,47
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,08		0,74	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,75		3,75	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,7		1,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,04	0,02	0,03	0,04
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	0,2	0,2	0,2
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,05	1,02	< 0,01	0,03
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,008		0,004	0,003
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000042	0,000083	0,000126	0,000273
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,2	6,7	7,4	6,4
% OD Saturação				%	77,515	83,766	91,348	80,868
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	18		< 5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	24000	50000	> 160000	160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	13000	30000	11000	160000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			28000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	3,67	1,93	2,26	3,50
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,023		0,019	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	4,1		4,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,24	0,15	0,1	1,11
Magnésio Total				mg / L Mg	1,6		0,3	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,105	0,105	0,056	0,07
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					55,9	54,3	61,2	49,7
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :  
Rio Paraopeba a montante da foz do Rio Pequeri,  
em São Braz do Suaçuí

Variável	Padrão			Unidade	BP079			
Município					São Brás do Suaçuí			
UPGRH					SF3			
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					06/02/08	21/04/08	21/07/08	21/10/08
Hora de Amostragem					13:00	12:00	14:00	14:45
Condições do Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	26,00	28,00	25,00	26,00
Temperatura da Água				° C	24,20	23,30	18,30	23,20
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,2	6,6	6,3	6,6
Condutividade Elétrica				µmho/cm	36,5	42,8	41,5	44,4
Turbidez	40	100	100	UNT	203,0	43,3	10,8	41,4
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	267	122	48	163
Sólidos Totais				mg / L	269	97	54	96
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	44		48	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	225,0	49,0	6,0	50,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,7		21,4	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,7		21,4	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,1		18,2	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,1		15,6	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7,9		2,6	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	0,57	0,43	0,66	1,31
Potássio Dissolvido				mg / L K	0,97		0,67	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	1,99		2,94	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1,0		1,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,16	< 0,01	< 0,01	0,04
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	0,2	0,2	0,5
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,01	0,88	< 0,01	0,05
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004		0,003	0,005
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000100	0,000236	0,000082	0,000234
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,4	7,2	7,9	7,3
% OD Saturação				%	83,339	91,985	90,777	93,066
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	19		< 5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	30000	13000	8000	8000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	5000	1700	170	2300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			50	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	4,54	3,12	1,60	10,80
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,069		0,019	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	4,1		6,3	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,012		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,16	0,25	0,12	0,94
Magnésio Total				mg / L Mg	1,9		0,6	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,247	0,192	0,104	0,155
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,011		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,06		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					46,0	62,5	75,0	62,9
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Rio Maranhão na localidade de Gagé próximo a  
Conselheiro Lafaiete

Variável	Padrão			Unidade	BP084			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Conselheiro Lafaiete			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					06/02/08	21/04/08	21/07/08	21/10/08
Hora de Amostragem					11:30	11:20	13:10	13:45
Condições do Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	31,00	28,00	27,00	26,00
Temperatura da Água				° C	23,40	24,20	20,00	23,10
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,0	6,5	6,4	6,3
Condutividade Elétrica				µmho/cm	76,1	99,1	144,0	103,0
Turbidez	40	100	100	UNT	63,5	15,6	14,0	59,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	197	92	126	228
Sólidos Totais				mg / L	105	88	104	156
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	59		86	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	46,0	17,0	18,0	82,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,8		58,4	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,8		58,4	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	27,6		33,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,3		20,5	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,3		12,5	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,14	3,52	8,87	5,54
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,79		2,41	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,62		8,85	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	9,5		6,2	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,09	0,11	0,46	0,16
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,1	0,2	0,7	0,6
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,2	1	5	1,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,06	0,97	< 0,01	0,03
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,040		0,006	0,017
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000119	0,001995	0,005867	0,001398
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	5,1	2,8	1,7	3,4
% OD Saturação				%	65,522	36,589	20,323	43,406
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	4	11	3
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	14		21	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,1	0,22	0,11
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	5000	50000	50000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	30000	1100	8000	7000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			17000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	4,67	5,47	7,98	8,93
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,12		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0012
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,04	0,054	0,086	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	7,3		8,2	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,14	0,19	0,42	0,62
Magnésio Total				mg / L Mg	2,3		3	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,447	1,53	1,654	1,56
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,006	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,03
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					47,7	50,3	34,9	45,5
CT					BAIXA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Rio Maranhão próximo de sua foz no Rio  
Paraopeba, a jusante da cidade de Congonhas

Variável	Padrão			Unidade	BP080			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Congonhas			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					07/02/08	22/04/08	22/07/08	22/10/08
Hora de Amostragem					13:15	11:45	12:55	14:15
Condições do Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	28,00	30,00	24,00	27,00
Temperatura da Água				° C	24,60	25,00	19,80	24,30
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,8	6,6	6,7
Condutividade Elétrica				µmho/cm	77,2	130,0	211,0	142,0
Turbidez	40	100	100	UNT	269,0	67,3	51,3	74,9
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	325	192	273	360
Sólidos Totais				mg / L	420	141	169	151
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	84		136	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	336,0	53,0	33,0	51,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,6		44,8	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,6		44,8	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	30		45,2	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	22,2		38,6	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7,7		6,5	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,98	7,14	17,1	6,77
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,65		5,47	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,01		21,7	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	6,5		24,9	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,14	0,15	0,21	0,4
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,5	0,3	0,5	< 0,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,2	< 0,1	1,6	0,8
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,23	0,73	0,17	0,25
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,052		0,639	0,233
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000326	0,000420	0,002931	0,002545
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	5,9	5,8	5,6	4,7
% OD Saturação				%	77,306	76,646	66,286	61,195
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	3	5	6	5
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	23		15	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	0,07	0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	0,1	0,12
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	> 160000	30000	> 160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	50000	> 160000	13000	160000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml				
Clorofila a	10	30	60	µg / L	1,07	9,08	17,44	50,94
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,13		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0062		0,0010	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,095	0,059	0,062	0,072
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	8,9		15,5	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,024	0,007	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,0500	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,09	0,11	0,1	0,61
Magnésio Total				mg / L Mg	1,9		1,6	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,377	1,13	1,312	1,324
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,022	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	0,0016	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,08	0,04	< 0,02	0,04
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					38,5	41,7	48,0	37,9
CT					ALTA	BAIXA	ALTA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :  
Rio Brumado a montante de sua foz no rio  
Camapuã, a jusante de Entre Rios de Minas

Variável	Padrão			Unidade	BP024			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Entre-Rios de Minas			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					06/02/08	21/04/08	21/07/08	21/10/08
Hora de Amostragem					14:00	13:10	14:50	15:30
Condições do Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	25,00	26,00	26,00	24,00
Temperatura da Água				° C	23,30	24,00	17,00	23,10
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,0	6,4	6,1	6,5
Condutividade Elétrica				µmho/cm	22,6	32,2	33,4	44,9
Turbidez	40	100	100	UNT	243,0	43,6	11,5	24,7
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	427	106	57	118
Sólidos Totais				mg / L	360	85	48	69
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	34		29	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	326,0	40,0	19,0	27,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,5		16,7	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,5		16,7	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,2		12,2	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7,3		10,9	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,8		1,3	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	< 0,3	0,35	0,65	1,19
Potássio Dissolvido				mg / L K	0,81		0,59	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,15		2,74	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,2		< 1,0	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,08	0,03	0,03	0,04
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,1	< 0,1	0,3	0,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,03	0,69	0,02	0,03
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002		0,003	0,004
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000059	0,000156	0,000047	0,000369
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	7,2	7,2	8,4	7,2
% OD Saturação				%	91,794	93,166	93,704	91,407
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	22		8	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	22000	24000	> 160000	> 160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	17000	13000	50000	160000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			90000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	4,27	2,97	1,34	0,00
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0030		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,069		0,019	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	2,9		4,4	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,014	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	0,006	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,12	0,17	0,11	0,95
Magnésio Total				mg / L Mg	1,4		0,3	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,254	0,105	0,063	0,083
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,011		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,06		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					43,4	55,6	54,2	49,7
CT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Camapuã na cidade de Jeceaba

Variável	Padrão			Unidade	BP026			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Jeceaba			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					07/02/08	22/04/08	22/07/08	22/10/08
Hora de Amostragem					11:30	10:40	11:00	11:20
Condições do Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	24,00	25,00	23,00	26,00
Temperatura da Água				° C	22,70	22,70	17,50	22,60
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,1	6,5	6,4	6,7
Condutividade Elétrica				µmho/cm	32,5	36,3	36,3	42,8
Turbidez	40	100	100	UNT	345,0	45,3	11,2	38,1
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	244	128	66	139
Sólidos Totais				mg / L	461	82	50	84
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	63		41	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	398,0	38,0	9,0	36,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16,6		20,1	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16,6		20,1	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,5		14,9	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,5		14,3	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	3		0,5	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	0,53	0,39	0,65	1,12
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,17		0,81	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,72		3,01	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1,0		1,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,14	0,04	< 0,01	0,02
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	0,2	0,2	0,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,13	0,24	0,08	0,06
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006		0,006	0,002
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000071	0,000179	0,000098	0,000282
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,9	7,1	8,5	7,0
% OD Saturação				%	86,738	89,252	95,698	87,809
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	29		< 5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	30000	30000	30000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	5000	11000	5000	24000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			5000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	2,14	2,14	1,60	1,18
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0020		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,102		0,023	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	3,8		5,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,017	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,0500		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,14	0,22	0,27	0,86
Magnésio Total				mg / L Mg	0,7		0,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,41	0,123	0,059	0,082
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,015		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,05		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					44,2	56,7	63,5	56,1
CT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Rio Paraopeba a jusante da cidade de Jeceaba,  
logo após a foz do Rio Camapuã

Variável	Padrão			Unidade	BP027			
Município					<b>Jeceaba</b>			
UPGRH					<b>SF3</b>			
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					07/02/08	22/04/08	22/07/08	22/10/08
Hora de Amostragem					12:25	11:05	11:30	11:50
Condições do Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	27,00	26,00	23,00	24,00
Temperatura da Água				° C	24,00	24,10	18,00	22,90
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,3	6,6	6,3	6,7
Condutividade Elétrica				µmho/cm	49,2	60,1	80,7	92,7
Turbidez	40	100	100	UNT	443,0	45,4	25,5	56,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	503	123	156	205
Sólidos Totais				mg / L	801	100	78	124
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	69		64	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	732,0	46,0	14,0	54,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,1		27,1	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,1		27,1	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	23,5		23,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,4		19,3	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,1		3,9	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,15	2,05	4,13	5,95
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,34		1,73	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,28		7,24	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,5		6,9	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,02	0,05	0,08	0,09
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,1	< 0,1	0,4	0,2
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	0,6	0,2	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,22	0,36	0,04	0,23
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,023		0,144	0,003
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000124	0,001496	0,000161	0,000576
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,4	6,9	7,1	6,4
% OD Saturação				%	82,701	89,352	80,791	80,799
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	3	2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	36		5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	30000	22000	17000	50000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml		5000	110	11000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			3000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	4,51	3,81	4,64	7,56
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	1,31		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0068		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,116	0,037	0,014	0,044
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	5,8		7,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,017	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,0700	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,95	0,08	0,08	1,16
Magnésio Total				mg / L Mg	2,2		0,9	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,296	0,305	0,021	0,545
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,022	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,07	< 0,02	< 0,02	0,02
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA						58,8	70,5	54,5
CT					MÉDIA	BAIXA	ALTA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Paraopeba na cidade de Belo Vale

Variável	Padrão			Unidade	BP029			
Município					Belo Vale			
UPGRH					SF3			
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					07/02/08	22/04/08	22/07/08	22/10/08
Hora de Amostragem					14:50	13:40	14:15	15:50
Condições do Tempo					Nublado	Nublado	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	30,00	28,00	27,00	31,00
Temperatura da Água				° C	25,50	26,50	19,50	25,80
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,7	6,7	6,8
Condutividade Elétrica				µmho/cm	55,6	54,8	78,5	79,9
Turbidez	40	100	100	UNT	496,0	56,5	16,8	74,6
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	211	114	87	184
Sólidos Totais				mg / L	562	105	80	145
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	63		69	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	499,0	49,0	11,0	75,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	21,4		24,1	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	21,4		24,1	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	21,3		20,5	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,6		20,3	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	3,7		0,2	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,9	1,66	3,94	4,42
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,52		1,71	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,95		7,51	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	3,6		6,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,14	0,03	0,06	0,1
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4	< 0,1	0,3	0,4
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,23	0,38	0,13	0,33
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,041		0,072	0,025
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000174	0,000371	0,000226	0,000445
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	7,4	7,4	8,3	6,8
% OD Saturação				%	98,262	100,367	97,051	90,873
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	28		5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		0,03	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	50000	30000	11000	11000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	30000	24000	60	5000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			70	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	4,27	3,74	5,74	1,26
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,12		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0117		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,147		0,026	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	0,08		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	7,1		8,1	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,018		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	0,005	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,0600		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,13	0,21	0,06	0,6
Magnésio Total				mg / L Mg	0,9		0,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,875	0,242	0,178	0,447
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,018		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,08		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					40,6	54,4	77,5	56,1
CT					MÉDIA	BAIXA	ALTA	BAIXA





## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Macaúbas a jusante de Bonfim, a montante de sua foz no rio Paraopeba

Variável	Padrão			Unidade	BP032			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Bonfim			
Município					SF3			
UPGRH					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		08/02/08	23/04/08	23/07/08	23/10/08
Data de Amostragem					12:50	12:30	13:40	14:00
Hora de Amostragem					Bom	Nublado	Bom	Bom
Condições do Tempo								
Temperatura do Ar				° C	27,00	27,00	29,00	29,00
Temperatura da Água				° C	24,20	23,80	18,80	24,50
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		5,9	6,5	6,5	6,7
Condutividade Elétrica				µmho/cm	28,4	29,2	26,4	32,7
Turbidez	40	100	100	UNT	254,0	29,8	17,0	92,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	438	114	79	478
Sólidos Totais				mg / L	248	65	53	134
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	73		37	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	175,0	25,0	16,0	73,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,2		14,2	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,2		14,2	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,5		8,7	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5		7,1	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,5		1,6	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	0,98	0,42	1,32	1,09
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,62		0,77	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	1,87		2,76	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,7		< 1,0	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,17	0,02	< 0,01	0,04
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4	0,2	< 0,1	0,3
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,04	0,08	< 0,01	0,09
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,007		0,010	0,005
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000050	0,000194	0,000135	0,000323
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,5	7,0	8,5	6,8
% OD Saturação				%	83,906	89,597	97,855	88,339
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	27		11	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	50000	1100	1400	7000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	30000	60	220	500
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			70	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	2,14	2,67	0,00	1,78
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	1,35		0,16	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,051		0,014	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	2		2,8	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,011		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,7	0,21	0,53	0,83
Magnésio Total				mg / L Mg	1,1		0,4	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,116	0,047	0,021	0,053
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,008		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,05		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					40,8	76,1	74,6	63,4
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Paraopeba na localidade de Melo Franco

Variável	Padrão			Unidade	BP036			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Brumadinho			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					11/02/08	24/04/08	24/07/08	27/10/08
Hora de Amostragem					10:35	10:20	11:00	11:00
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	32,00	24,00	27,00	34,00
Temperatura da Água				° C	25,70	23,70	20,00	26,80
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,3	6,7	6,8	7,0
Condutividade Elétrica				µmho/cm	46,3	55,3	66,4	77,0
Turbidez	40	100	100	UNT	321,0	70,6	20,1	42,3
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	277	100	79	61
Sólidos Totais				mg / L	506	122	83	178
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	61		66	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	445,0	70,0	17,0	67,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,1		22,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,1		22,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	22,2		21,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,5		14,9	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,7		6,2	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,16	1,81	3,98	3,71
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,41		1,3	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,96		5,66	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	4,6		6,6	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,12	0,05	0,03	0,05
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	0,2	< 0,1	0,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,11	0,16	0,10	0,20
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,012		0,016	0,004
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000140	0,000610	0,000294	0,000754
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,8	7,7	8,2	7,0
% OD Saturação				%	90,264	97,969	96,461	95,114
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	12		15	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	50000	2300	5000	8000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	13000	2300	60	700
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			80	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	1,34	5,10	4,27	10,52
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		0,15	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0085		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,076		0,021	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	5		6	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,14	0,12	0,5	0,24
Magnésio Total				mg / L Mg	2,4		1,5	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,037	0,322	0,139	0,2
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,013		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,07		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					42,8	60,5	78,3	66,8
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Ribeirão Catarina à montante da confluência com o  
Ribeirão Casa Branca em Casa Branca (Brumadinho)

Variável	Padrão			Unidade	BP094			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Brumadinho			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					08/02/08	23/04/08	23/07/08	23/10/08
Hora de Amostragem					10:05	10:20	11:10	11:10
Condições do Tempo					Bom	Nublado	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,00	24,00	21,00	27,00
Temperatura da Água				° C	22,30	21,70	17,00	22,70
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,2	6,4	6,2	6,4
Condutividade Elétrica				µmho/cm	21,5	20,4	22,3	25,3
Turbidez	40	100	100	UNT	8,5	3,7	2,0	1,9
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	24	16	12	21
Sólidos Totais				mg / L	42	30	27	25
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	27		24	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	15,0	10,0	3,0	2,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,7		9,8	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,7		9,8	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,4		10,3	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,9		9,3	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,5		1	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	< 0,3	< 0,3	0,4	0,53
Potássio Dissolvido				mg / L K	0,35		0,37	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	1		1	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1,0		1,2	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,02	< 0,01	< 0,01	0,03
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,03	0,08	< 0,01	0,04
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005		0,002	0,002
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000087	0,000133	0,000059	0,000143
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	7,6	7,6	8,8	7,7
% OD Saturação				%	95,499	94,292	98,826	97,580
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	9		< 5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	5000	500	230	5000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	500	80	50	458
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			70	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	1,34	1,60	3,20	2,49
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,007		0,003	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	2		3,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,11	0,08	0,32	0,22
Magnésio Total				mg / L Mg	1,1		0,2	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,047	0,028	0,013	0,026
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					71,1	78,9	80,3	73,0
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**

Ribeirão Casa Branca à montante da confluência com o  
Ribeirão Catarina em Casa Branca (Brumadinho)

Variável	Padrão			Unidade	BP092			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Brumadinho			
Município					SF3			
UPGRH					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe de Enquadramento					08/02/08	23/04/08	23/07/08	23/10/08
Data de Amostragem					9:40	10:00	10:40	10:30
Hora de Amostragem					Bom	Nublado	Bom	Bom
Condições do Tempo								
Temperatura do Ar				° C	27,00	25,00	22,00	28,00
Temperatura da Água				° C	21,90	21,80	17,60	22,80
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,3	6,4	6,3	6,4
Condutividade Elétrica				µmho/cm	27,5	24,6	25,6	28,0
Turbidez	40	100	100	UNT	10,0	7,6	1,2	2,3
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	32	15	13	26
Sólidos Totais				mg / L	42	26	29	28
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	28		28	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	14,0	< 1,0	1,0	1,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,7		12,3	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,7		12,3	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,1		9,3	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,5		8,8	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	3,7		0,5	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	0,45	0,59	0,45	0,58
Potássio Dissolvido				mg / L K	0,63		0,71	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	1,52		2,26	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1,0		1,2	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,03	0,08	0,02	0,06
Nitrito	1	1	1	mg / L N	< 0,001		0,002	0,002
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000107	0,000134	0,000078	0,000144
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,9	7,5	7,9	7,3
% OD Saturação				%	86,071	93,357	89,959	92,814
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	< 5		9	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml		2200	2300	8000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml		130	140	220
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			110	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	1,07	0,80	0,89	1,07
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,013		0,013	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	2,6		3,5	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,07	0,05	0,11	0,18
Magnésio Total				mg / L Mg	0,9		0,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,043	0,03	0,008	0,015
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA						76,6	77,0	75,8
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Veloso a jusante de Itaipuçú

Variável	Padrão			Unidade	BP066			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Itaipuçú			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					08/02/08	23/04/08	23/07/08	23/10/08
Hora de Amostragem					14:20	13:55	15:00	15:20
Condições do Tempo					Bom	Nublado	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	26,00	29,00	26,00	30,00
Temperatura da Água				° C	25,00	24,70	19,80	25,10
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,0	6,6	6,4	6,8
Condutividade Elétrica				µmho/cm	35,8	45,1	46,0	50,8
Turbidez	40	100	100	UNT	283,0	18,4	6,2	7,7
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	428	66	44	72
Sólidos Totais				mg / L	361	52	37	44
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	65		34	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	296,0	8,0	3,0	2,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,2		20,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,2		20,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,2		19,5	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,3		17,4	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6		2	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,06	0,86	1,21	0,93
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,34		0,87	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,02		2,09	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,6		2,3	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,12	0,02	0,02	0,02
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	< 0,1	0,2	0,3
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,2	< 0,1	0,4	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,02	0,18	< 0,01	0,14
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,003		0,018	0,011
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000134	0,000260	0,000463	0,000423
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,5	7,0	7,3	6,8
% OD Saturação				%	85,616	91,617	86,117	89,757
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	24		7	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	0,003	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	30000	30000	24000	8000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	24000	30000	3000	2300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			3000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	4,27	2,57	0,71	1,78
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,2		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0089		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,044		0,016	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	2,5		7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,015		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,1400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,27	0,14	1,15	0,9
Magnésio Total				mg / L Mg	1,4		0,5	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,238	0,119	0,078	0,054
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,035		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,05		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					41,6	56,8	65,0	66,9
CT					ALTA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Rio Manso próximo de sua confluência com o rio  
Paraopeba em Brumadinho

Variável	Padrão			Unidade	BP096			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Brumadinho			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					11/02/08	24/04/08	24/07/08	27/10/08
Hora de Amostragem					11:35	11:10	12:00	12:00
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	34,00	29,00	27,00	34,00
Temperatura da Água				° C	27,60	25,30	21,00	25,30
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,7	6,4	6,8
Condutividade Elétrica				µmho/cm	42,7	40,7	47,9	43,5
Turbidez	40	100	100	UNT	19,7	8,7	7,6	3,3
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	73	58	62	23
Sólidos Totais				mg / L	61	53	52	61
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	44		52	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	17,0	11,0	1,0	14,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,6		23	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,6		23	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	19,4		16,4	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13		10,5	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,4		5,9	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,06	1,21	1,81	1,43
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,67		1,24	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,99		3,11	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,6		4,0	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,04	0,02	0,06	0,07
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,1	0,2	< 0,1	0,4
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	0,3	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,04	0,12	0,06	0,15
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	0,016	0,014	0,006
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000253	0,000341	0,000378	0,000859
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,9	6,9	7,3	7,0
% OD Saturação				%	96,090	91,517	88,387	92,843
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	3	3
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	10	14	8	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,002	< 0,001	< 0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	22000	30000	90000	160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	16000	13000	30000	90000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			24000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	14,81	32,04	1,91	2,67
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,12		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,02		0,024	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	5,2		4,2	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,12	0,3	0,79	0,09
Magnésio Total				mg / L Mg	1,5		1,4	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,05	0,08	0,223	0,075
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,04		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					58,6	60,9	55,8	51,7
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Paraopeba no local denominado Fecho do Funil

Variável	Padrão			Unidade	BP068			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Ibirité			
Município					SF3			
UPGRH					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe de Enquadramento					11/02/08	24/04/08	24/07/08	27/10/08
Data de Amostragem					12:35	11:45	13:00	13:15
Hora de Amostragem					Bom	Bom	Bom	Bom
Condições do Tempo								
Temperatura do Ar				° C	32,00	28,00	28,00	34,00
Temperatura da Água				° C	26,90	24,50	17,80	30,20
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,8	6,9	7,2
Condutividade Elétrica				µmho/cm	44,2	50,1	62,0	70,2
Turbidez	40	100	100	UNT	427,0	61,5	14,0	32,4
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	466	100	64	60
Sólidos Totais				mg / L	495	110	68	103
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	60		59	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	435,0	64,0	9,0	34,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,2		21,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,2		21,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,7		18,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,2		13,4	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,5		4,7	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,14	1,6	3,37	3,81
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,36		1,34	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,9		5,27	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,0		6,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,12	< 0,01	0,03	0,04
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,2	0,2	< 0,1	0,2
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,05	0,14	0,07	0,18
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006		0,012	0,005
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000191	0,000406	0,000315	0,001499
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,9	7,5	8,4	6,7
% OD Saturação				%	93,526	96,616	93,883	97,398
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	18		5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	22000	13000	13000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	17000	5000	5000	8000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			1700	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	2,67	5,74	5,61	16,46
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		0,16	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0214		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,094		0,019	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	4,5		5,4	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,018	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,0600		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,13	0,19	0,87	0,28
Magnésio Total				mg / L Mg	1,1		1,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,521	0,29	0,097	0,138
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,022		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,08		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					42,5	59,8	63,8	60,5
CT					ALTA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no Rio  
Paraopeba em Mário Campos

Variável	Padrão			Unidade	BP086			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Mário Campos			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					11/02/08	24/04/08	24/07/08	27/10/08
Hora de Amostragem					13:30	12:40	13:45	14:00
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	32,00	30,00	29,00	34,00
Temperatura da Água				° C	27,70	25,20	19,30	28,40
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,6	7,0	7,1	7,1
Condutividade Elétrica				µmho/cm	221,0	224,0	345,0	204,0
Turbidez	40	100	100	UNT	48,7	28,4	12,9	11,1
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	78	56	33	90
Sólidos Totais				mg / L	201	183	244	147
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	138		214	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	63,0	42,0	30,0	14,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	53,7		72,2	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	53,7		72,2	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	53,9		74	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	40,3		61,2	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,6		12,7	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	18	17,8	39,4	15,1
Potássio Dissolvido				mg / L K	3,36		4,7	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	21,5		42,6	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	19,7		40,0	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,1	0,05	0,13	0,08
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,5	0,4	0,9	0,9
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,3	0,4	0,5	2,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,20	0,38	0,14	0,41
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,115		0,115	0,352
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000961	0,002697	0,002784	0,023252
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	5,6	5,5	7,4	3,9
% OD Saturação				%	77,216	71,922	85,410	54,578
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	4	5	6	5
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	23		24	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	3		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	> 160000	14000	> 160000	> 160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	50000	11000	50000	160000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			50000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	61,17	3,34	96,92	10,95
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL	12800,00	0,00	2131,44	89,32
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,07		0,081	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	16,1		24,5	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,11	0,14	< 0,03	0,38
Magnésio Total				mg / L Mg	3,3		3,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,437	0,386	0,202	0,563
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,05		0,03	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					48,0	54,2	50,3	43,5
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA





## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**

Rio Paraopeba a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo,  
próximo à cidade de São Joaquim de Bicas

Variável	Padrão			Unidade	BP070			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		São Joaquim de Bicas			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					11/02/08	24/04/08	24/07/08	27/10/08
Hora de Amostragem					14:10	13:15	14:55	14:50
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	32,00	28,00	28,00	33,00
Temperatura da Água				° C	26,90	24,90	20,00	30,60
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,3	7,1	6,8	7,1
Condutividade Elétrica				µmho/cm	49,6	62,8	81,0	70,5
Turbidez	40	100	100	UNT	272,0	52,3	13,0	37,4
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	331	84	53	81
Sólidos Totais				mg / L	546	99	81	130
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	59		72	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	487,0	45,0	9,0	73,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,7		26,3	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,7		26,3	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,1		23,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,3		18,2	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,8		4,9	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,6	2,65	5,43	3,46
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,5		1,74	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,3		7,81	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,0		6,5	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,11	0,05	0,05	0,07
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,2	0,3	0,5	0,3
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	0,2	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,03	0,16	0,16	0,17
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,007		0,025	0,014
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000152	0,000830	0,000589	0,002453
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,8	7,1	8,2	6,3
% OD Saturação				%	92,171	92,243	96,025	92,363
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	20		6	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	30000	24000	5000	50000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	3000	24000	3000	8000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			3000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	8,54	5,34	15,20	11,16
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,12		0,27	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0035		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,073		0,023	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	5,7		7,3	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,15	0,15	1,57	0,31
Magnésio Total				mg / L Mg	1,4		1,2	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,796	0,258	0,073	0,158
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,013		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,08		< 0,02	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					46,6	55,0	64,9	59,0
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Betim a jusante do Reservatório de Vargem das Flores em Betim

Variável	Padrão			Unidade	BP088			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Betim			
Município					SF3			
UPGRH					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		12/02/08	25/04/08	25/07/08	28/10/08
Data de Amostragem								
Hora de Amostragem					10:05	9:30	10:25	8:50
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,00	25,00	25,00	30,00
Temperatura da Água				° C	25,30	24,60	21,80	26,60
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,1	6,3	6,6	6,6
Condutividade Elétrica				µmho/cm	164,0	145,0	158,0	168,0
Turbidez	40	100	100	UNT	8,2	5,6	5,6	53,8
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	23	< 5	13	9
Sólidos Totais				mg / L	126	100	115	122
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	101		95	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	25,0	12,0	20,0	13,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42,5		46,3	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42,5		46,3	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	53		53,8	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	43		42,4	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10		11,5	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	16,5	11,1	7,79	12,2
Potássio Dissolvido				mg / L K	3,78		3,84	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	9,42		9,71	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	7,3		7,6	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,06	0,02	0,04	0,02
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	< 0,1	0,4	0,5
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,2	< 0,1	0,2	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,15	0,08	0,16	0,08
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002		< 0,001	0,001
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000172	0,000130	0,000423	0,000297
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,6	6,2	7,7	6,4
% OD Saturação				%	87,682	81,150	94,972	87,397
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	16		13	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	< 2	50000	< 2	< 2
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	< 2	50000	< 2	< 2
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			< 2	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	0,89	2,08	0,00	1,53
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,096		0,059	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	17,2		17	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	< 0,03	0,16	< 0,03	< 0,03
Magnésio Total				mg / L Mg	2,4		2,8	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,361	0,316	0,095	0,144
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,04	< 0,02	0,03	0,02
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					83,4	54,5	87,6	81,5
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Ribeirão das Areias em Betim, a montante de sua  
foz no rio Betim

Variável	Padrão			Unidade	BP073			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Betim			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					12/02/08	25/04/08	25/07/08	28/10/08
Hora de Amostragem					10:50	10:10	11:30	10:40
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	30,00	29,00	30,00	34,00
Temperatura da Água				° C	26,30	24,00	24,30	27,40
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,7	6,8	7,0	7,2
Condutividade Elétrica				µmho/cm	443,0	480,0	554,0	498,0
Turbidez	40	100	100	UNT	29,9	27,5	34,3	25,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	92	108	188	121
Sólidos Totais				mg / L	324	304	321	350
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	236		263	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	88,0	74,0	58,0	78,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	132,8		159,9	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	132,8		159,9	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	94,2		81,5	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	76,2		70,7	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18		10,8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	40,9	53,3	66,5	54,4
Potássio Dissolvido				mg / L K	7,09		8,96	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	34,9		46,6	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	8,8		11,8	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,43	1,41	2,28	1,01
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	2,2	0,4	2,9	< 0,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	7,8	15,2	7,9	14,4
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,03	0,22	0,03	0,05
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,024		0,027	0,028
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,028542	0,059563	0,050016	0,178565
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	2,2	2,3	0,6	1,3
% OD Saturação				%	29,734	29,610	7,775	17,987
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	67	29	81	26
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	109		216	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,006	0,006	0,011	0,004
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	2		6	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,19	0,57	< 0,05	0,74
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	> 160000	> 160000	> 160000	> 160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	> 160000	> 160000	> 160000	> 160000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			> 160000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	122,24	46,66	95,99	93,45
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,15		0,156	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	30,5		28,3	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	0,013	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,1	0,2	0,11	0,14
Magnésio Total				mg / L Mg	4,4		2,6	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,291	0,24	0,222	0,255
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,006	< 0,004	< 0,004	0,01
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,08	0,05	0,11	0,07
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					20,5	23,4	13,1	22,4
CT					ALTA	ALTA	ALTA	ALTA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba,  
em Betim

Variável	Padrão			Unidade	BP071			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Betim			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3
Data de Amostragem					12/02/08	25/04/08	25/07/08	28/10/08
Hora de Amostragem					11:40	10:45	13:00	11:30
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	31,00	30,00	30,00	32,00
Temperatura da Água				° C	27,50	25,20	21,90	29,00
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,7	6,9	6,9
Condutividade Elétrica				µmho/cm	374,0	421,0	604,0	553,0
Turbidez	40	100	100	UNT	23,5	29,8	35,6	26,6
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	79	127	210	161
Sólidos Totais				mg / L	252	248	326	321
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	211		283	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	41,0	50,0	43,0	47,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	121,8		186,7	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	121,8		186,7	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	81,7		79,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	62,5		61,6	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	19,2		17,4	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	26,2	33,5	64,1	47,1
Potássio Dissolvido				mg / L K	6,95		10,5	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	28,4		47	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	12,6		17,7	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,39	2,21	3,06	0,91
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	1	1	3,2	1,5
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	7,9	10	21,4	16,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,01	0,27	0,10	0,02
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006		0,010	0,006
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,019844	0,033890	0,090868	0,112213
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	1,5	0,5	0,5	0,5
% OD Saturação				%	20,597	6,539	6,099	7,089
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	35	30	40	31
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	45		123	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	0,06	0,06
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,006	0,012	0,015	0,010
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		3	
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,23	0,71	0,05	0,19
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	> 160000	> 160000	> 160000	> 160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	> 160000	> 160000	> 160000	> 160000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			> 160000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	9,79	13,35	9,35	54,29
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL			77,00	834,60
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		0,14	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,113		0,12	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		0,1	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	0,0008	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	25		24,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,15	0,18	0,5	0,3
Magnésio Total				mg / L Mg	4,7		4,2	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,43	0,257	0,227	0,214
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,05	0,03	0,08	0,03
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					23,3	17,3	15,3	19,0
CT					BAIXA	BAIXA	ALTA	ALTA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Betim, na  
divisa dos municípios de Betim e Juatuba

Variável	Padrão			Unidade	BP072			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Betim			
Município					SF3			
UPGRH					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe de Enquadramento					12/02/08	25/04/08	25/07/08	28/10/08
Data de Amostragem					13:00	11:30	13:50	12:50
Hora de Amostragem					Bom	Bom	Bom	Bom
Condições do Tempo					31,00	30,00	30,00	32,00
Temperatura do Ar				° C	27,30	24,90	20,20	30,50
Temperatura da Água				° C	6,3	6,5	6,8	6,8
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		55,9	69,3	97,2	91,0
Condutividade Elétrica				µmho/cm	255,0	44,6	8,0	24,4
Turbidez	40	100	100	UNT	346	85	41	82
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	444	98	76	92
Sólidos Totais				mg / L	67		70	
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	377,0	39,0	6,0	13,0
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	21,6		31,5	
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	21,6		31,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	19,2		25,8	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,4		16,3	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,8		9,5	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	2,07	3,27	7,71	5,08
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,55		1,87	
Potássio Dissolvido				mg / L K	3,72		8,51	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,0		7,2	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	0,2	0,06	0,1	0,14
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,2	0,2	0,5	0,4
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	0,2	0,8	0,7
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,06	0,19	0,68	0,24
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,014		0,045	0,060
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,000469	0,000419	0,002389	0,004295
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	6,9	7,4	8,5	6,2
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	94,323	96,141	99,964	90,706
% OD Saturação				%	< 2	< 2	< 2	< 2
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	19		10	
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 1		< 1	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	13000	8000	> 160000	24000
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	2300	1700	22000	5000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml			7000	
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	7,48	4,97	18,69	17,34
Clorofila a	10	30	60	µg / L				
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,13		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0038		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,065		0,025	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	5,8		6,5	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,18	0,18	0,33	0,29
Magnésio Total				mg / L Mg	1,2		2,3	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,762	0,203	0,078	0,114
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,011	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,04	< 0,02	0,15	0,02
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					46,8	62,7	57,0	59,7
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Ribeirão Serra Azul em Jutuba

Variável	Padrão			Unidade	BP069			
Município					<b>Jutuba</b>			
UPGRH					<b>SF3</b>			
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					12/02/08	25/04/08	25/07/08	28/10/08
Hora de Amostragem					13:40	12:30	14:30	13:30
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	34,00	31,00	30,00	34,00
Temperatura da Água				° C	29,10	27,40	21,70	28,10
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,7	6,5	7,0	7,2
Condutividade Elétrica				µmho/cm	243,0	190,0	199,0	220,0
Turbidez	40	100	100	UNT	18,7	16,4	6,9	9,0
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	85	57	26	20
Sólidos Totais				mg / L	197	148	174	162
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	164		122	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	33,0	17,0	<b>52,0</b>	27,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	120,6		107,3	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	120,6		107,3	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	29,8		48,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,8		39,3	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14		8,8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	3,64	4,69	4,72	3,77
Potássio Dissolvido				mg / L K	3,39		1,73	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	40,1		22,7	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,9		4,0	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	<b>2,24</b>	<b>1</b>	<b>1,88</b>	<b>0,31</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,9	0,4	0,8	0,8
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	1,7	0,6	1,1	0,3
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,04	0,14	0,14	0,06
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,021		0,021	0,018
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,007543	0,001497	0,005791	0,003902
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	<b>2,7</b>	<b>1,5</b>	<b>3,4</b>	<b>4,1</b>
% OD Saturação				%	38,328	20,540	41,258	56,981
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	32		51	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	> 160000	> 160000	> 160000	160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	> <b>160000</b>	<b>50000</b>	<b>90000</b>	<b>160000</b>
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			17000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	3,74	1,99	8,44	4,81
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,019		0,021	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	6,3		15,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,25	<b>0,43</b>	0,14	0,09
Magnésio Total				mg / L Mg	3,4		2,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,278</b>	0,03	0,08	0,065
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,03	< 0,02	0,09	0,03
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					26,0	30,9	33,1	43,8
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Ribeirão Grande a montante de sua foz no rio  
Paraopeba em Esmeraldas

Variável	Padrão			Unidade	BP090			
Município					<b>Esmeraldas</b>			
UPGRH					<b>SF3</b>			
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					13/02/08	28/04/08	28/07/08	29/10/08
Hora de Amostragem					10:40	10:10	10:30	10:40
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,00	26,00	23,00	31,00
Temperatura da Água				° C	26,00	23,20	19,70	27,50
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,7	6,5	6,5
Condutividade Elétrica				µmho/cm	88,1	86,0	82,9	102,0
Turbidez	40	100	100	UNT	46,1	48,2	22,1	80,4
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	245	157	106	227
Sólidos Totais				mg / L	132	125	93	158
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	90		82	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	42,0	38,0	11,0	55,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	30,8		40,8	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	30,8		40,8	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	30,1		23,5	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,6		19,3	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,5		4,2	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,9	2,49	3,99	3,17
Potássio Dissolvido				mg / L K	2,44		1,44	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	5,93		7,33	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1,0		1,8	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,13	0,03	0,04	0,05
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	0,2	0,2	0,2
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,03	0,17	0,20	0,09
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,019		0,009	0,014
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000180	0,000294	0,000145	0,000251
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	5,9	7,2	6,6	5,7
% OD Saturação				%	78,460	90,231	76,798	78,251
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	10		< 5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001		< 0,001	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	13000	3000	13000	700
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	2200	1300	60	230
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			90	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	22,89	2,91	7,17	14,95
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		0,29	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,066		0,051	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	8,2		7,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,24	0,11	1,33	0,16
Magnésio Total				mg / L Mg	2,3		1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,09	0,091	0,076	0,125
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,04		0,07	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					58,8	64,1	74,3	64,8
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Rio Paraopeba na localidade de São José, em  
Esmeraldas

Variável	Padrão			Unidade	BP082			
Município					Esmeraldas			
UPGRH					SF3			
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					13/02/08	28/04/08	28/07/08	29/10/08
Hora de Amostragem					12:10	11:30	11:45	11:50
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	34,00	28,00	27,00	32,00
Temperatura da Água				° C	28,30	25,60	20,60	30,50
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,3	6,5	6,7	6,9
Condutividade Elétrica				µmho/cm	57,2	67,4	94,9	87,0
Turbidez	40	100	100	UNT	268,0	55,1	13,4	39,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	275	112	26	44
Sólidos Totais				mg / L	336	205	99	128
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	60		72	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	276,0	144,0	27,0	66,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,8		25,2	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,8		25,2	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	19,5		21,9	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14		19,1	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,5		2,8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,08	3,04	7,27	4,39
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,55		1,83	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,8		9,41	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,0		7,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,26	0,07	0,08	0,11
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4	0,2	0,6	0,6
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,03	0,20	0,25	0,18
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,020		0,041	0,021
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000168	0,000220	0,000489	0,000771
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	5,7	6,5	7,5	6,8
% OD Saturação				%	79,408	85,517	88,753	99,258
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	22		14	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,003		< 0,001	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	13000	< 2	6000	5000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	5000	< 2	110	1100
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			80	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	6,68	7,77	52,43	165,12
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,13		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0032		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,066		0,025	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	5,6		7,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,012	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,15	0,24	0,27	0,15
Magnésio Total				mg / L Mg	1,3		0,7	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,72	0,249	0,043	0,111
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,011		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,04		0,05	
Ensaio Ecotoxicológico								

IQA	44,2	78,3	74,4	64,6
CT	BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA





## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
**Ribeirão Macacos na cidade de Cachoeira da Prata**  
**a montante de sua foz no rio Paraopeba**

Variável	Padrão			Unidade	BP074			
<b>Município</b>					<b>Cachoeira da Prata</b>			
<b>UPGRH</b>					<b>SF3</b>			
<b>Classe de Enquadramento</b>	<b>Classe 1</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Classe 3</b>		<b>Classe 1</b>	<b>Classe 1</b>	<b>Classe 1</b>	<b>Classe 1</b>
Data de Amostragem					<b>13/02/08</b>	<b>28/04/08</b>	<b>28/07/08</b>	<b>29/10/08</b>
Hora de Amostragem					<b>14:00</b>	<b>13:00</b>	<b>14:00</b>	<b>13:15</b>
Condições do Tempo					<b>Nublado</b>	<b>Bom</b>	<b>Bom</b>	<b>Bom</b>
Temperatura do Ar				° C	30,00	31,00	28,00	34,00
Temperatura da Água				° C	28,50	26,40	22,00	31,70
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		8,1	8,5	7,0	7,0
Condutividade Elétrica				µmho/cm	123,0	123,0	70,0	78,6
Turbidez	40	100	100	UNT	<b>65,4</b>	32,8	23,6	24,8
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	335	166	111	118
Sólidos Totais				mg / L	159	165	94	95
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	113		75	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	46,0	38,0	19,0	19,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42		39,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	40,7		39,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,8		18,6	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,3		15,8	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,6		2,8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	4,19	6,19	2,77	2,2
Potássio Dissolvido				mg / L K	2,37		1,45	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	9,62		6,51	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1,0		2,3	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	<b>0,12</b>	<b>0,21</b>	0,03	0,07
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4	0,6	0,2	< 0,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,2	0,4	0,3	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,03	0,14	0,08	0,03
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,011		0,016	0,014
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,019729	0,078269	0,001614	0,002102
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,6	7,4	7,6	6,6
% OD Saturação				%	92,235	98,914	92,537	98,707
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	3	<b>6</b>	< 2	3
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	23		9	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>2</b>		< 1	
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,11	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	50000	90000	> 160000	> 160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>24000</b>	<b>5000</b>	<b>50000</b>	<b>90000</b>
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			13000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	9,04	6,10	1,94	<b>16,02</b>
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,069		0,053	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	7,3		6,3	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,18	0,2	<b>1,46</b>	<b>0,45</b>
Magnésio Total				mg / L Mg	1,6		0,7	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,107</b>	0,058	<b>0,111</b>	0,05
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,02	< 0,02	0,05	< 0,02
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					<b>51,7</b>	<b>53,7</b>	<b>55,1</b>	<b>50,5</b>
CT					<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Ribeirão São João próximo de sua foz no Rio  
Paraopeba, na cidade de Paraopeba

Variável	Padrão			Unidade	BP076			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Paraopeba			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					14/02/08	29/04/08	29/07/08	30/10/08
Hora de Amostragem					11:40	11:30	11:30	10:40
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	30,00	30,00	28,00	28,00
Temperatura da Água				° C	28,00	24,60	20,70	26,20
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,1	7,0	7,0	6,9
Condutividade Elétrica				µmho/cm	113,0	109,0	142,0	166,0
Turbidez	40	100	100	UNT	120,0	112,0	111,0	57,4
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	329	333	272	332
Sólidos Totais				mg / L	208	183	219	174
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	109		130	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	99,0	83,0	89,0	41,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	51,7		66,3	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	51,7		66,3	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	44,9		48,9	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	33,3		40,9	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,6		8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,54	2,11	13,2	10,3
Potássio Dissolvido				mg / L K	2,04		1,83	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	6,3		10,7	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,3		3,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,09	0,04	0,08	0,08
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4	0,2	0,3	0,2
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,06	0,24	0,13	0,03
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,008		0,025	0,003
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,001028	0,000647	0,000490	0,000575
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	5,7	7,1	6,4	5,8
% OD Saturação				%	78,905	91,450	75,901	77,289
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	16		5	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	0,002	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	2300	3000	3500	5000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	2300	1300	230	280
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			300	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	9,35	6,23	9,35	8,50
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		0,45	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,078		0,063	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	13,3		16,4	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,006	0,010	0,006	0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,1	0,07	1,14	0,14
Magnésio Total				mg / L Mg	2,8		1,9	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,121	0,087	0,218	0,056
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,006		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,05	0,04	0,07	0,02
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					50,9	54,1	56,7	66,3
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Paraopeba logo após a foz do Ribeirão São João em Paraopeba

Variável	Padrão			Unidade	BP083			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Paraopeba			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					14/02/08	29/04/08	29/07/08	30/10/08
Hora de Amostragem					11:05	11:05	12:10	11:00
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	30,00	29,00	25,00	28,00
Temperatura da Água				° C	27,20	24,50	21,50	27,80
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,3	6,8	7,5	7,3
Condutividade Elétrica				µmho/cm	62,6	75,1	99,1	89,9
Turbidez	40	100	100	UNT	237,0	64,3	27,9	41,1
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	354	94	51	118
Sólidos Totais				mg / L	268	115	132	121
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	65		80	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	203,0	52,0	52,0	51,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	21,8		33,8	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	21,8		33,8	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,2		25,8	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,2		24,7	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9		1,1	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,18	2,98	7,99	8,65
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,63		1,83	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,94		8,61	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,2		6,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,14	0,06	0,08	0,12
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,5	0,3	0,4	0,4
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	0,3	< 0,1	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,17	0,31	0,77	0,31
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,010		0,012	0,005
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000155	0,001218	0,001626	0,001600
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	6,0	6,9	8,2	7,8
% OD Saturação				%	81,661	88,687	98,906	107,525
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	24		10	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	3000	8000	300	3000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	1300	1700	50	1300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			50	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	3,20	5,21	116,15	3,35
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		< 0,1	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0038		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,082		0,032	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	6,1		9,9	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,012	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,11	0,13	0,22	0,08
Magnésio Total				mg / L Mg	2,2		0,3	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,867	0,216	0,075	0,142
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,013		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,05	< 0,02	0,04	0,1
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					49,6	61,0	75,4	63,5
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Ribeirão do Cedro próximo de sua foz no rio  
Pараopeba em Caetanópolis

Variável	Padrão			Unidade	BP098			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Caetanópolis			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					15/02/08	30/04/08	30/07/08	31/10/08
Hora de Amostragem					11:30	11:15	12:25	11:10
Condições do Tempo					Bom	Nublado	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	31,00	29,00	28,00	34,00
Temperatura da Água				° C	26,80	25,30	19,70	29,20
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,2	6,9	6,9	7,0
Condutividade Elétrica				µmho/cm	220,0	379,0	736,0	1483,0
Turbidez	40	100	100	UNT	67,6	33,2	10,8	27,3
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	85	80	60	137
Sólidos Totais				mg / L	207	270	455	937
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	143		441	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	64,0	42,0	14,0	36,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	57,3		100,9	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	57,3		100,9	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	47,5		56,4	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	37,1		48,3	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,4		8,1	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	14	38,8	96,9	230
Potássio Dissolvido				mg / L K	2,28		6,32	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	23,2		120	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	24,3		129,0	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,2	0,18	0,62	0,81
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,5	0,5	0,6	1,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,2	< 0,1	3,1	3,5
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,24	0,63	0,60	0,22
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,140	0,200	0,245	0,182
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000240	0,000540	0,011232	0,031084
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	7,9	3,3	4,4	2,3
% OD Saturação				%	106,336	43,039	50,992	32,643
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	3	5	8	5
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	16	22	18	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	0,003	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	30000	5000	5000	11000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	30000	1700	280	1700
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			1700	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	1,07	0,70	1,26	39,07
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	< 0,1		0,13	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,024		0,011	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	14,8		19,3	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,12	0,1	1,14	0,09
Magnésio Total				mg / L Mg	2,5		2	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,168	0,179	0,141	0,598
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,04		0,04	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					47,9	48,7	50,0	40,0
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :  
Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Pardo em  
Pompéu

Variável	Padrão			Unidade	BP078			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Curvelo			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					14/02/08	29/04/08	29/07/08	30/10/08
Hora de Amostragem					13:30	13:15	14:00	13:00
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	32,00	29,00	28,00	32,00
Temperatura da Água				° C	28,50	26,20	22,10	31,00
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,9	8,2	7,5
Condutividade Elétrica				µmho/cm	64,1	75,8	97,9	86,1
Turbidez	40	100	100	UNT	257,0	74,0	26,3	33,5
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	241	106	47	86
Sólidos Totais				mg / L	334	122	112	106
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	62		78	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	272,0	61,0	34,0	38,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	23,9		31,2	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	23,9		31,2	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	27,6		25,6	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16		25	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,6		0,6	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,89	3,03	7,66	5,45
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,58		1,69	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,74		8,25	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,2		7,1	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,11	0,05	0,07	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,2	0,2	0,6	0,7
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,04	0,33	0,52	0,26
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,007		0,008	0,004
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000214	0,000575	0,008054	0,003115
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	5,9	7,0	8,7	7,6
% OD Saturação				%	82,080	92,749	105,682	111,488
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	11		13	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	0,002	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	5000	800	300	11000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	2300	800	30	3000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			350	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	3,88	6,01	231,67	81,89
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,11		0,17	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0031		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,075		0,022	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	6,4		10	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,009	0,006	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400	< 0,0400	< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,12	0,15	0,29	0,07
Magnésio Total				mg / L Mg	2,8		0,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,707	0,243	0,071	0,092
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,014		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,06		0,06	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					48,5	63,4	76,1	62,5
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Paraopeba a montante de sua foz na barragem  
de Três Marias

Variável	Padrão			Unidade	BP099			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Felixândia			
Município					SF3			
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					15/02/08	30/04/08	30/07/08	31/10/08
Hora de Amostragem					8:30	8:30	9:20	8:50
Condições do Tempo					Bom	Nublado	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	23,00	26,00	23,00	30,00
Temperatura da Água				° C	26,40	24,90	19,70	27,90
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,9	6,8	8,1	7,1
Condutividade Elétrica				µmho/cm	63,0	76,4	85,1	89,8
Turbidez	40	100	100	UNT	221,0	26,0	21,2	13,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	215	109	51	40
Sólidos Totais				mg / L	298	73	90	87
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	73		66	
Sólidos Suspensos Totais	50	100	100	mg / L	225,0	17,0	24,0	16,0
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	25,5		34	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	25,5		34	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	23,9		23,5	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,3		20,2	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,6		3,3	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,8	2,88	6,88	4,12
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,52		1,52	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,39		7,07	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,7		6,6	
Sulfeto	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,5		< 0,5	
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,1	0,04	0,03	0,01
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,6	0,2	0,5	< 0,1
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,6 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,13	0,46	0,28	0,20
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005		0,013	0,005
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000583	0,000417	0,005499	0,002043
OD	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	7,4	6,9	8,4	7,1
% OD Saturação				%	97,002	87,618	95,535	96,079
DBO	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2	< 2	3	< 2
DQO				mg / L O <sub>2</sub>	14		19	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	0,003	0,01	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	0,002	< 0,001	< 0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	2300	2300	800	3000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	800	130	< 2	1700
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml			50	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	3,20	38,08	308,96	3,09
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al	0,11		0,13	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,068		0,022	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	6,1		8,1	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,0400		< 0,0400	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,12	0,2	0,27	0,08
Magnésio Total				mg / L Mg	2,1		0,8	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,578	0,064	0,06	0,034
Mercurio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	0,006		< 0,004	
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,06		0,07	
Ensaio Ecotoxicológico								
IQA					53,7	73,2	84,7	68,4
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA

## Legenda:

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

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

P = Limite de classe definido na CONAMA No 357/05

**Vazão:** Inferida por método de regionalização.