

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

## RELATÓRIO ANUAL 2006



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 BACIA  
DO RIO PARAÓPEBA EM 2006**

**Relatório Anual**

Belo Horizonte  
Dezembro/2007

---

**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 de Carvalho 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**

Agostinho Clóvis da Silva

I59m

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.  
Monitoramento da qualidade das águas  
superficiais na Bacia do Rio Paraopeba em 2006. --  
- Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das  
Águas, 2007.  
153p. : mapas

Relatório anual.

1. Qualidade da água – Minas Gerais. 2. Bacia  
Hidrográfica do Rio Paraopeba. II. Título

CDU: 556.51(815.1)



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### REALIZAÇÃO:

---

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

---

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

Marília de Carvalho 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**

Cristiane Freitas de Azevedo Barros, Bióloga

Karla Maria Machado Souza Pereira, Bióloga

Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga

Leonardo Corradi Coelho, Geógrafo

Ludmila Vieira Lage, Estatística

Milton Olavo de Paiva Franco, Químico

Nádia Antônia Pinheiro Santos, Geógrafa

Patrícia Sena Coelho, Bióloga

Raquel Souza Mendes, Bióloga

Regina Márcia Pimenta de Mello, Bióloga

Rômulo Cajueiro de Melo, Biólogo

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Vanessa Kelly Saraiva, Química

### 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 2006

### APRESENTAÇÃO

A pressão do desenvolvimento econômico e do crescimento populacional já se fazem sentir com frequência, gerando situações de conflito e escassez dos recursos hídricos em Minas Gerais.

A água, além de ser essencial à sobrevivência dos seres vivos, é também um elemento vital para as atividades econômicas.

Nesse contexto, conhecer a qualidade das águas superficiais em nosso Estado é ferramenta básica para definir estratégias que busquem a conservação, a recuperação e o uso racional dos recursos hídricos, reduzindo os conflitos e implementando o direcionamento das atividades econômicas.

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), por meio do Projeto Águas de Minas vem, 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, bem como da sociedade e entidades que lutam em prol da sustentabilidade, da qualidade de vida e da consolidação da Gestão compartilhada e descentralizada dos recursos hídricos.

Cleide Izabel Pedrosa de Melo  
Diretora Geral do IGAM

SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. A Resolução CONAMA 357/2005 e a Qualidade das Águas do Estado.....</b>	<b>3</b>
<b>2. UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Significado Ambiental dos Parâmetros.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.1. Parâmetros Físicos.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.2. Parâmetros Químicos.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.3. Parâmetros Microbiológicos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.4. Parâmetro Hidrobiológicos.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.5. Bioensaios Ecotoxicológicos.....</b>	<b>24</b>
<b>4. INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Índice de Qualidade das Águas – IQA.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2. Contaminação por Tóxicos - CT.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3. Bioensaios Ecotoxicológicos.....</b>	<b>28</b>
<b>5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1. Rede de Monitoramento.....</b>	<b>28</b>
<b>5.2. Coletas e Análises.....</b>	<b>29</b>
<b>5.2.1. Coletas.....</b>	<b>29</b>
<b>5.2.2. Análises.....</b>	<b>44</b>
<b>5.3. Avaliação Temporal.....</b>	<b>45</b>
<b>5.4. Avaliação Espacial.....</b>	<b>46</b>
<b>5.5. Avaliação Ambiental – Pressão x Estado x Resposta.....</b>	<b>46</b>
<b>6. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA.....</b>	<b>48</b>
<b>6.1. O que é Enquadramento dos Corpos de Água.....</b>	<b>48</b>
<b>6.2. Modalidades de enquadramento dos corpos de água.....</b>	<b>48</b>
<b>6.3. Enquadramento dos corpos de água em Minas Gerais.....</b>	<b>48</b>
<b>6.4. Procedimentos metodológicos do enquadramento.....</b>	<b>49</b>
<b>7. OUTORGA.....</b>	<b>50</b>
<b>7.1. O Que é Outorga de Direito de Uso.....</b>	<b>50</b>
<b>7.2. Modalidades de Outorga.....</b>	<b>51</b>
<b>7.3. A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais.....</b>	<b>51</b>
<b>7.4. A Quem Solicitar.....</b>	<b>52</b>



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

7.5.	Como Solicitar a Outorga.....	52
7.6.	Quando se Deve Solicitar a Outorga.....	52
7.7.	Os Usos de Recursos Hídricos Sujeitos a Outorga.....	53
7.8.	Usos que independem da Outorga.....	53
7.9.	Procedimento para a Solicitação de Outorga.....	53
7.10.	Documentação Necessária para a Obtenção da Outorga.....	54
8.	SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006.....	55
8.1.	IQA – Índice de Qualidade das Águas nas Bacias Hidrográficas.....	57
8.2.	CT – Contaminação por Tóxicos nas Bacias Hidrográficas.....	69
8.3.	Parâmetros em desacordo com a legislação.....	77
8.3.1.	No Estado de Minas Gerais.....	77
8.3.2.	Nas bacias hidrográficas.....	78
8.4.	Ensaio de Ecotoxicidade.....	83
8.5.	Concentração de <i>Clorofila a</i> .....	88
8.6.	A Situação Atual das Outorgas em Minas Gerais.....	98
9.	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA.....	100
10.	CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2006.....	107
10.1.	Rio Paraopeba e seus afluentes.....	107
10.1.1.	Rio Paraopeba.....	108
10.1.2.	Rio Maranhão.....	112
10.1.3.	Rio Camapuã.....	116
10.1.4.	Ribeirão Casa Branca e seu afluente.....	118
10.1.4.1.	Ribeirão Casa Branca.....	118
10.1.4.2.	Ribeirão Catarina.....	120
10.1.5.	Rio Manso.....	120
10.1.6.	Ribeirão Sarzedo.....	122
10.1.7.	Rio Betim.....	124
10.1.8.	Ribeirão Grande.....	128
10.1.9.	Ribeirão São João.....	130
10.1.10.	Ribeirão do Cedro.....	132
11.	AVALIAÇÃO AMBIENTAL .....	135
11.1.	Análise das Violações.....	135
12.	AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL – RESPOSTA.....	145
12.1.	Contaminação por esgoto sanitário.....	145
12.2.	Contaminação por atividades industriais e minerárias.....	147



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

<b>12.3</b>	<b>Contaminação por mau uso do solo.....</b>	<b>147</b>
<b>13.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>149</b>

### ANEXOS

<b>Anexo A –</b>	<b>Municípios com Sede na Sub-Bacia do Rio Paraopeba.....</b>	<b>A-1</b>
<b>Anexo B –</b>	<b>Curvas de Qualidade e Equações para Cálculo do Índice de Qualidade das Águas.....</b>	<b>B-1</b>
<b>Anexo C –</b>	<b>Classificação das Coleções de Água.....</b>	<b>C-1</b>
<b>Anexo D –</b>	<b>Resultados dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade das Águas em 2006.....</b>	<b>D-1</b>

### LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1 –</b>	<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.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabela 5.1 -</b>	<b>Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas...</b>	<b>30</b>
<b>Tabela 5.2 -</b>	<b>Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabela 5.3 -</b>	<b>Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 5.4 -</b>	<b>Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto "Águas de Minas".....</b>	<b>44</b>
<b>Tabela 6.1 -</b>	<b>Classificação dos corpos de água segundo os usos preponderantes.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabela 8.1 -</b>	<b>Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade, entre agosto/2003 e dezembro/2006.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabela 9.1 -</b>	<b>Dados gerais da sub-bacia do rio Paraopeba.....</b>	<b>100</b>
<b>Tabela 9.2 -</b>	<b>Descrição das estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabela 11.1 -</b>	<b>Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de violações de classe de enquadramento na sub-bacia do rio Paraopeba no período de 1997 a 2006.....</b>	<b>136</b>
<b>Tabela 12.1 –</b>	<b>Evolução da média anual do IQA na sub-bacia do rio Paraopeba nos municípios que possuem população urbana superior a 50.000 habitantes.....</b>	<b>146</b>
<b>Tabela 12.2 –</b>	<b>Avaliação dos parâmetros associados aos esgotos sanitários dos municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que possuem população urbana superior a 50.000 habitantes.....</b>	<b>146</b>

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 8.1:</b>	<b>Evolução temporal dos dados de qualidade: Índice de Qualidade das Águas – IQA, no Estado de Minas Gerais.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 8.2:</b>	<b>Evolução temporal dos dados de Contaminação por Tóxicos – CT, no Estado de Minas Gerais.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 8.3:</b>	<b>IQA nos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH SF5.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 8.4:</b>	<b>Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH SF3.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 8.5:</b>	<b>Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH SF2.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 8.6:</b>	<b>Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF6 a SF10.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 8.7:</b>	<b>Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF1 e SF4.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 8.8:</b>	<b>Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs GD1 a GD8.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 8.9:</b>	<b>Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs DO1 a DO6.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 8.10:</b>	<b>Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PS1 e PS2.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 8.11:</b>	<b>Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 8.12:</b>	<b>IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 8.13:</b>	<b>IQA (1ª, 2ª e 3ª campanhas) dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH MU1.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 8.14:</b>	<b>IQA (1ª, 2ª e 3ª campanhas) dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PA1.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 8.15:</b>	<b>Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 8.16:</b>	<b>Freqüência de ocorrência de Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 8.17:</b>	<b>Freqüência de ocorrência de Contaminação por Tóxicos nas sub-bacias do rio São Francisco.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 8.18:</b>	<b>Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs SF1 e SF4.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 8.19:</b>	<b>Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRH SF2.....</b>	<b>71</b>



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

Figura 8.20:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRH SF5.....	72
Figura 8.21:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRH SF3.....	72
Figura 8.22:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs SF6 a SF10.....	73
Figura 8.23:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs GD1 a GD8.....	73
Figura 8.24:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs DO1 a DO6.....	74
Figura 8.25:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs PS1 e PS2.....	74
Figura 8.26:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	75
Figura 8.27:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.....	75
Figura 8.28:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta – UPGRH PA1.....	76
Figura 8.29:	Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média – UPGRH MU1.....	76
Figura 8.30:	Freqüência da ocorrência de metais fora dos limites estabelecidos na legislação.....	77
Figura 8.31:	Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação.....	78
Figura 8.32:	Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF5.....	78
Figura 8.33:	Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF3.....	79
Figura 8.34:	Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH SF2.....	79
Figura 8.35:	Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF1 e SF4.....	79
Figura 8.36:	Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.	80
Figura 8.37:	Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs GD1 a GD8.....	80
Figura 8.38:	Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs DO1 a DO6.....	80

<b>Figura 8.39:</b>	<b>Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PS1 e PS2.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 8.40:</b>	<b>Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 8.41:</b>	<b>Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 8.42:</b>	<b>Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs MU1.....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 8.43:</b>	<b>Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação - UPGRHs PA1.....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 8.44:</b>	<b>Porcentagens de amostras não tóxicas e com ecotoxicidade crônica observadas entre 2003 e 2006, considerando as quatro bacias monitoradas.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 8.45:</b>	<b>Porcentagens de amostras não tóxicas e com ecotoxicidade crônica observadas ao longo do monitoramento realizado entre 2003 e 2006 nas bacias dos rios Grande, Paranaíba, Doce e São Francisco.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 8.46:</b>	<b>Porcentagem de estações com Baixa, Média e Alta ocorrência de ecotoxicidade nas bacias dos rios Grande e Paranaíba nos anos de 2003 a 2006.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 8.47:</b>	<b>Percentuais de estações com resultados positivos de ecotoxicidade na bacia do rio Grande entre 2003 e 2006.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 8.48:</b>	<b>Percentuais de estações com resultados positivos de ecotoxicidade na bacia do rio Paranaíba entre 2003 e 2006.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 8.49:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas nas estações de amostragem da sub-bacia do rio das Velhas em 2006.....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 8.50:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas nas estações de amostragem da sub-bacia do rio Pará em 2006.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 8.51:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas nas estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba em 2006.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 8.52:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas nas estações de amostragem da sub-bacia do rio Paracatu em 2006.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 8.53:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas nas sub-bacias dos rios Urucuia e Verde Grande e no rio São Francisco – Parte Norte em 2006.....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 8.54:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas na bacia do rio São Francisco – Parte Sul em 2006.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 8.55:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas na bacia do rio Grande em 2006.....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 8.56:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas na bacia do rio Doce em 2006.....</b>	<b>95</b>

<b>Figura 8.57:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas na bacia do rio Paranaíba em 2006.....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 8.58:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas na bacia do rio Jequitinhonha em 2006.....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 8.59:</b>	<b>Concentrações de clorofila <i>a</i> observadas na bacia do rio Pardo em 2006.....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 8.60:</b>	<b>Porcentagem de água superficial utilizada no Estado de Minas Gerais em 2006, em função da vazão outorgada.....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 8.61:</b>	<b>Porcentagem de água subterrânea utilizada no Estado de Minas Gerais em 2006, em função da vazão outorgada.....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 8.62:</b>	<b>Evolução das outorgas ano a ano.....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 9.1:</b>	<b>Área de exploração de areia e de mineração às margens do rio Paraopeba.....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 9.2:</b>	<b>Siderúrgica localizada em Gagé.....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 9.3:</b>	<b>Porcentagem de água superficial utilizada na sub-bacia do rio Paraopeba em 2006, em função da vazão outorgada.....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 9.4:</b>	<b>Porcentagem de água subterrânea utilizada na sub-bacia do rio Paraopeba em 2006, em função da vazão outorgada.....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 10.1:</b>	<b>Evolução Temporal do IQA Médio na bacia do rio Paraopeba.....</b>	<b>107</b>
<b>Figura 10.2:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes ao longo do rio Paraopeba.....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 10.3:</b>	<b>Ocorrência de fósforo total ao longo do rio Paraopeba.....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 10.4:</b>	<b>Ocorrência de turbidez ao longo do rio Paraopeba.....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 10.5:</b>	<b>Ocorrência de sólidos suspensos ao longo do rio Paraopeba.....</b>	<b>110</b>
<b>Figura 10.6:</b>	<b>Ocorrência de manganês total ao longo do rio Paraopeba.....</b>	<b>110</b>
<b>Figura 10.7:</b>	<b>Ocorrência de ferro dissolvido nas estações BP079 e BP036.....</b>	<b>111</b>
<b>Figura 10.8:</b>	<b>Ocorrência de cor ao longo do rio Paraopeba.....</b>	<b>111</b>
<b>Figura 10.9:</b>	<b>Ocorrência de chumbo total nas estações BP027, BP070 e BP078..</b>	<b>112</b>
<b>Figura 10.10:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes nas estações BP084 e BP080.....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 10.11:</b>	<b>Ocorrência de oxigênio dissolvido na estação BP084.....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 10.12:</b>	<b>Ocorrência de fósforo total nas estações BP084 e BP080.....</b>	<b>114</b>
<b>Figura 10.13:</b>	<b>Ocorrência de turbidez e sólidos suspensos na estação BP080.....</b>	<b>114</b>
<b>Figura 10.14:</b>	<b>Ocorrência de manganês e ferro nas estações BP084 e BP080.....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 10.15:</b>	<b>Ocorrência de fenóis totais e de nitrogênio amoniacal nas estações BP084 e BP080.....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 10.16:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação BP026.....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 10.17:</b>	<b>Ocorrência de sólidos suspensos e turbidez na estação BP026.....</b>	<b>117</b>

<b>Figura 10.18:</b>	<b>Ocorrência de manganês total e turbidez na estação BP026.....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 10.19:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação BP092.....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 10.20:</b>	<b>Ocorrência de turbidez e sólidos suspensos na estação BP092.....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 10.21:</b>	<b>Ocorrência de fenóis totais na estação BP092.....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 10.22:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação BP094.....</b>	<b>120</b>
<b>Figura 10.23:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação BP086.....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 10.24:</b>	<b>Ocorrência de fósforo total e DBO na estação BP086.....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 10.25:</b>	<b>Ocorrência de manganês total na estação BP086.....</b>	<b>122</b>
<b>Figura 10.26:</b>	<b>Ocorrência de condutividade elétrica e sólidos totais na estação BP086.....</b>	<b>122</b>
<b>Figura 10.27:</b>	<b>Ocorrência de óleos e graxas na estação BP086.....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 10.28:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes nas estações BP088 e BP071.....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 10.29:</b>	<b>Ocorrência de fósforo total na estação BP071.....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 10.30:</b>	<b>Ocorrência de DBO e OD na estação BP071.....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 10.31:</b>	<b>Ocorrência de substâncias tensoativas e condutividade elétrica na estação BP071.....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 10.32:</b>	<b>Ocorrência de turbidez na estação BP071.....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 10.33:</b>	<b>Ocorrência de manganês total na estação BP088.....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 10.34:</b>	<b>Ocorrência de nitrogênio amoniacal na estação BP071.....</b>	<b>127</b>
<b>Figura 10.35:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação BP090.....</b>	<b>127</b>
<b>Figura 10.36:</b>	<b>Ocorrência de metais, cor e turbidez na estação BP090.....</b>	<b>128</b>
<b>Figura 10.37:</b>	<b>Ocorrência de chumbo na estação BP090.....</b>	<b>128</b>
<b>Figura 10.38:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação BP076.....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 10.39:</b>	<b>Ocorrência de turbidez e sólidos suspensos na estação BP076.....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 10.40:</b>	<b>Ocorrência de manganês total na estação BP076.....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 10.41:</b>	<b>Ocorrência de chumbo total na estação BP076.....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 10.42:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação BP096.....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 10.43:</b>	<b>Ocorrência de ferro e manganês na estação BP096.....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 10.44:</b>	<b>Ocorrência de coliformes termotolerantes e fósforo total na estação BP098.....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 10.45:</b>	<b>Ocorrência de oxigênio dissolvido na estação BP098.....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 10.46:</b>	<b>Ocorrência de ferro, manganês e turbidez no ribeirão do Cedro (BP098) em Caetanópolis em 2006.....</b>	<b>134</b>



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 2.1:</b>	<b>Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRHs).....</b>	<b>5</b>
<b>Mapa 9.1</b>	<b>Uso da água na sub-bacia do Rio Paraopeba, segundo outorgas concedidas pelo IGAM válidas em 2006.....</b>	<b>103</b>
<b>Mapa 9.2:</b>	<b>Qualidade das águas superficiais em 2006 da sub-bacia do Rio Paraopeba – UPGRH SF3.....</b>	<b>106</b>

## 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 e 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.

O Projeto Águas de Minas, em execução há dez 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 260 estações amostradas em 2006, com frequência trimestral de amostragem.

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;
- fornecer uma medida da eficácia dos sistemas de controle de outros órgãos do Sistema Estadual do Meio Ambiente em relação às atividades potencialmente causadoras de impacto;
- 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*. Desde o ano 2001 também foram inseridos valores de vazão das estações de amostragem, obtidos, na sua maioria, pelo método de regionalização. As amostras coletadas nas campanhas completas (período chuvoso e estiagem) foram submetidas à avaliação de cerca de 50 parâmetros 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 e na interpretação dos dados de Contaminação por Tóxicos (CT), desenvolvido pela FEAM, tomando por base, no ano de 2006, os limites de classe definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução CONAMA 357/2005.

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 nove anos de monitoramento, são apresentadas avaliações em



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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 para a efetividade das ações de controle das fontes de poluição e degradação ambiental da Agenda Marrom (FEAM).

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

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

### **1.1. A Resolução CONAMA 357/2005 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 vinha, até 2004, utilizando os limites estabelecidos na deliberação normativa nº10/1986, do Conselho Estadual de Meio Ambiente. No entanto, em vista da necessidade de revisão desta DN, e da revisão da Resolução Federal do CONAMA nº20 de 1986, com sua publicação em março de 2005, optou-se por adotar esta legislação mais recente para embasar a avaliação anual da qualidade das águas de Minas Gerais.

A resolução CONAMA 357/2005 trouxe modificações significativas para a preservação dos recursos hídricos, podendo-se citar:

- Reconhecimento da importância de variáveis biológicas na avaliação da qualidade da água, considerando os testes de toxicidade e o monitoramento da densidade de cianobactérias e da concentração de clorofila-a como necessários para o enquadramento de um dado corpo de água;
- Estabelecimento de padrões de fósforo total específicos para cada tipo de ambiente (lêntico, lótico e intermediário) e a adequação da análise da concentração de nitrogênio amoniacal em função do pH;
- Com relação aos metais alumínio e cobre, passaram a ser consideradas, especificamente, as parcelas dissolvidas, responsáveis por causar problemas para abastecimento público e à biota, enquanto o cromo passou a ser avaliado em sua

totalidade e não mais em suas formas tri ou hexavalente, como estabelecido pela DN 10/86;

- Alguns parâmetros como cianeto livre, arsênio total, bário total, boro total e chumbo total, passaram a ter limites inferiores menores que os estabelecidos na DN10/86 e esta diferença, que chega a até 5 vezes, configura a Resolução 357 como uma legislação mais rígida e capaz de garantir uma melhor preservação/restauração da qualidade da água.

Atualmente, a Deliberação Normativa COPAM nº10 de 1986, está passando por revisão para se adequar às condições da Resolução CONAMA 357/2005.

## **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.

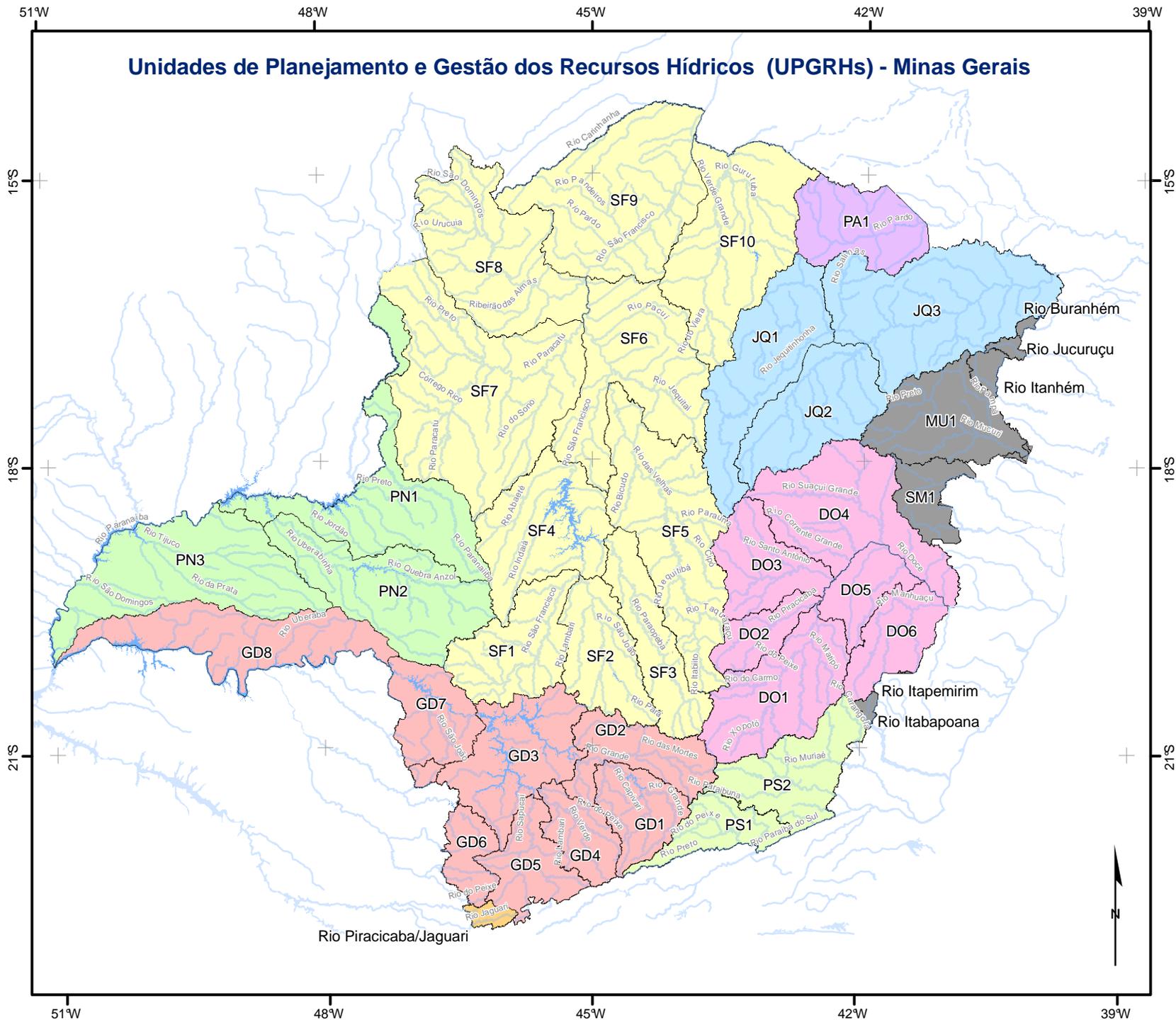
A pressão antrópica devido ao desenvolvimento das atividades econômicas e o adensamento populacional de forma desordenada vêm ocasionando crescentes problemas aos recursos hídricos. Em virtude disso, as instâncias públicas e civis mobilizaram-se para a criação de legislação e políticas específicas, a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

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**

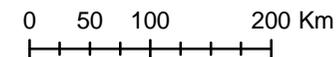


Instituto Mineiro de Gestão das Águas



2006. O ano dos resultados.

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



Execução:  
Projeto Águas de Minas  
2006

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



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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)	Sul	SF1 - Nascentes até confluência Rio Pará	14.204	20	214.094	177.685	36.409	7	0,49
		SF4 - Entorno Represa Três Marias	18.714	15	182.769	154.168	28.601	7	0,37
		<b>Subtotal Sul</b>	<b>2</b>	<b>32.918</b>	<b>35</b>	<b>396.863</b>	<b>331.853</b>	<b>65.010</b>	<b>14</b>
	Norte	SF6 - SF jusante Rio Abaeté até jusante do Rio Uruçuia	25.129	7	79.594	55.042	24.552	5	0,20
		SF7 - Bacia Rio Paracatu	41.512	12	256.454	199.856	56.598	8	0,19
		SF8 - Bacia Rio Uruçuia e afluentes esquerdos do SF	25.136	8	79.704	46.754	32.950	3	0,12
		SF9 - SF jusante confluência Uruçuia até a montante do Rio Carinhonha	31.259	17	235.010	119.783	115.227	7	0,22
		SF10 - Bacia Rio Verde Grande	27.043	22	641.784	476.054	165.730	7	0,26
		<b>Subtotal Norte</b>	<b>5</b>	<b>150.079</b>	<b>66</b>	<b>1.292.546</b>	<b>897.489</b>	<b>395.057</b>	<b>30</b>
	Pará	SF2 - Bacia do Rio Pará	12.262	27	631.887	547.941	83.946	16	1,30
	Paraopeba	SF3 - Bacia do Rio Paraopeba	12.092	35	909.486	814.609	94.877	22	1,82
	Velhas	SF5 - Bacia Rio das Velhas até foz no SF	29.713	56	4.307.828	4.121.255	186.573	33	1,11
		<b>TOTAL SF</b>	<b>10</b>	<b>235.443</b>	<b>219</b>	<b>7.538.610</b>	<b>6.713.147</b>	<b>825.463</b>	<b>115</b>
Rio Paranaíba (PN)	PN1 - Nascentes Rio Paranaíba até jusante Barragem Itumbiara	22.292	18	430.955	361.277	69.678	5	0,22	
	PN2 - Bacia Rio Araguari	21.567	13	741.486	696.543	44.943	8	0,37	
	PN3 - Baixo curso, de Itumbiara até a foz	26.973	13	211.641	176.801	34.840	5	0,19	
	<b>TOTAL PN</b>	<b>3</b>	<b>70.832</b>	<b>44</b>	<b>1.384.082</b>	<b>1.234.621</b>	<b>149.461</b>	<b>18</b>	<b>0,25</b>



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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 Grande (GD)	GD1 - Nascentes Rio Grande até confluência Rio das Mortes		8.805	21	131.998	93.889	38.109	5	0,57
	GD2 - Bacias Rios das Mortes e Jacaré		10.547	30	519.465	440.254	79.211	9	0,85
	GD3 - Entorno Represa de Furnas		16.562	36	670.651	511.408	159.243	1	0,06
	GD4 - Bacia Rio Verde		6.924	23	420.301	352.206	68.095	12	1,73
	GD5 - Bacia Rio Sapucaí		8.882	40	524.504	390.969	133.535	7	0,79
	GD6 - Bacias Rios Pardo e Mogi-Guaçu		5.983	20	378.631	296.219	82.412	1	0,17
	GD7 - Entorno Represa do Peixoto e Ribeirão Sapucaí		9.856	18	294.816	245.288	49.528	3	0,30
	GD8 - Baixo curso Rio Grande jusante Reservatório do Peixoto		18.785	18	457.099	403.239	53.860	4	0,21
	<b>TOTAL GD</b>	<b>8</b>	<b>86.344</b>	<b>206</b>	<b>3.397.465</b>	<b>2.733.472</b>	<b>663.993</b>	<b>42</b>	<b>0,49</b>
Rio Doce (DO)	DO1 - Nascentes Rio Piranga até confluência Rio Piracicaba		17.631	63	673.708	413.513	260.195	9	0,51
	DO2 - Bacia Rio Piracicaba		5.707	17	686.401	638.836	47.565	9	1,58
	DO3 - Bacia Rio Santo Antônio e margem esquerda Rio Doce entre Piracicaba e Sto.		10.799	23	200.885	117.757	83.128	1	0,09
	DO4 - Bacia Rio Suaçuí-Grande		20.537	46	1.055.941	815.427	240.514	5	0,24
	DO5 - Bacias Rio Caratinga		8.689	19	241.116	161.651	79.465	4	0,46
	DO6 - Bacia do Rio Manhuaçu		11.080	25				4	0,36
		<b>TOTAL DO</b>	<b>6</b>	<b>74.443</b>	<b>193</b>	<b>2.858.051</b>	<b>2.147.184</b>	<b>710.867</b>	<b>32</b>



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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 Jequitinhonha (JQ)	JQ1 - Nascentes até montante Rio Salinas		19.803	10	100.006	61.705	38.301	4	0,2
	JQ2 - Bacia Rio Araçuaí		16.273	21	282.969	120.559	162.410	3	0,18
	JQ3 - Rio Jequitinhonha do Rio Salinas até divisa do Estado		29.775	29	391.139	247.597	143.542	6	0,2
	<b>TOTAL JQ</b>	<b>3</b>	<b>65.851</b>	<b>60</b>	<b>774.114</b>	<b>429.861</b>	<b>344.253</b>	<b>13</b>	<b>0,2</b>
Rio Paraíba do Sul (PS)	PS1 - Bacia do Rio Paraibuna		7.223	22	598.644	551.273	47.371	13	1,8
	PS2 - Bacias Rios Pomba e Muriaé		13.553	58	760.535	601.577	158.958	16	1,18
	<b>TOTAL PS</b>	<b>2</b>	<b>20.776</b>	<b>80</b>	<b>1.359.179</b>	<b>1.152.850</b>	<b>206.329</b>	<b>29</b>	<b>1,4</b>
Rio Pardo (PA)	<b>Toda a Bacia em MG</b>	<b>1</b>	<b>12.763</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>14.859</b>	<b>13</b>	<b>296.845</b>	<b>205.132</b>	<b>91.713</b>	<b>8</b>	<b>0,54</b>
Rio Piracicaba/Jaguari	<b>Toda a Bacia em MG</b>	<b>1</b>	<b>1.161</b>	<b>4</b>	<b>57.794</b>	<b>35.551</b>	<b>22.243</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Bacias do Leste	Bacia Rio Buranhém em MG		325	1	12.144	6.104	6.040	-	-
	Bacia Rio Jucuruçu em MG		712	2	14.276	7.362	6.914	-	-
	Bacia Rio Itanhém em MG		1.519	4	39.853	26.620	13.233	-	-
	Bacia Rio Peruípe em MG		57	-	8.182	6.498	1.684	-	-
	Bacia Rio Itaúnas em MG		23	-	41.619	37.781	3.838	-	-
	Bacia Rio Itapemirim em MG		33	-	19.528	11.218	8.310	-	-
	Bacia Rio Itabapoana em MG		671	4	34.568	18.147	16.421	-	-
	Bacia Rio São Mateus em MG	1	5.682	13	102.815	58.825	43.990	-	-
<b>TOTAL Bacias Leste</b>	<b>1</b>	<b>9.022</b>	<b>24</b>	<b>272.985</b>	<b>172.555</b>	<b>100.430</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
No Estado	<b>TOTAL de UPGRHs Amostradas</b>	<b>34</b>	<b>581.311</b>	<b>825</b>	<b>17.717.695</b>	<b>14.662.114</b>	<b>3.055.581</b>	<b>260</b>	<b>0,45</b>
	TOTAL de UPGRHs	36	591.494	853	18.048.474	14.870.220	3.178.254		

### 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 bioensaios ecotoxicológicos de qualidade de água, levando em conta os mais representativos, os quais são relatados a seguir:

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

**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".

**Bioensaios Ecotoxicológicos:** 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).

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.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### *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.

### *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 outros microrganismos e como fonte antropogênica 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 ( $\text{CO}_2$ ) 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)*

Os cianetos são os sais do hidrácido cianídrico (ácido prússico, HCN), podendo ocorrer na água em forma de ânion ( $\text{CN}^-$ ) 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.

#### *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  $20^\circ \text{C}$  é freqüentemente usado e referido como  $\text{DBO}_{5,20}$ .

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 indicar um incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida

aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, poder obstruir os filtros de areia utilizadas nas estações de tratamento de água.

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

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, orientando o teste da DBO. A análise da DQO é útil para detectar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo 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  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ . As principais fontes de dureza são a dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, provenientes das rochas calcáreas e dos despejos industriais. A ocorrência de 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 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. Entretanto, 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 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 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 10mg/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, pode 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 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. 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.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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 Resolução CONAMA 357/2005, 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 a 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 e dificultar a descontaminação das águas.

### *Sulfatos*

Os sulfatos são sais 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 (por exemplo, através da 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 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 disulfetos são amplamente distribuídos nos reinos animal e vegetal e 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 a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. O alumínio é pouco solúvel em pH entre 5,5 e 6,0, devendo apresentar maiores concentrações em profundidade, onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

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

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

### *Arsênio (As)*

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

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

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

### *Bário (Ba)*

Em geral, ocorre nas águas naturais em baixas concentrações, variando de 0,7 a 900µg/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 de forma que é dificultada a sua ocorrência no estado livre. Contudo, pode-se encontrá-lo combinado em diversos minerais. O boro, na sua forma combinada 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, acrescentando, assim, a rigidez do material.

O boro elementar não é significativamente tóxico, não podendo ser classificado como veneno; no entanto, quando em pó muito fino, é duro e abrasivo, podendo causar indiretamente problemas de pele, se esta for esfregada depois de estar em contato com ele. Pequenas quantidades de boro parecem ser indispensáveis para o crescimento das plantas, mas, em grandes quantidades, este elemento é tóxico. O boro acumulado no corpo através da absorção, ingestão ou inalação dos seus compostos, atua sobre o sistema nervoso central, causando hipotensão, vômitos e diarreia e, em casos extremos, coma.

### *Cádmio (Cd)*

O cádmio possui uma grande mobilidade em ambientes aquáticos, é bioacumulativo, isto é, acumula-se em organismos aquáticos, podendo 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, doenças crônicas em idosos e câncer.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### *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 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 em irritação e corrosão de mucosas, danos capilares generalizados, problemas hepáticos e renais e irritação do sistema nervoso central seguido de depressão.

### *Cromo (Cr)*

O cromo está presente nas águas nas formas tri (III) e hexavalente (VI). Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Já na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno. 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, 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, 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, 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 papelaria; e 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, quer como metal puro, quer sob a forma de ligas com alumínio e zinco, ou com metais menos freqüentes, como o zircônio, o tório, os lantanídeos e outros.

### *Manganês (Mn)*

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.

### *Merúrio (Hg)*

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

O mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de uma concentração de apenas 18µg/L. Este 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 a carga 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.

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

### *Selênio (Se)*

É um elemento raro que tem a particularidade de possuir um odor pronunciado bastante desagradável. 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. 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 produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, siderurgias, cimento, concreto, cal e gesso, indústrias têxteis, termoelétricas e produção de vapor, além dos efluentes domésticos. Alguns compostos orgânicos de zinco são aplicados como pesticidas. 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  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -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 subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  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  $44,5^{\circ}\text{C}$  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.

### *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  $44^{\circ}\text{C}$ .

### **3.1.4. Parâmetros Hidrobiológicos**

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 apresentam pigmentos – clorofilas, carotenos e xantofilas – organizados em organelas denominadas plastos, 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 ambiente. Esta determinação propicia a visualização do grau de eutrofização, constituindo uma estimativa da biomassa algal.

### 3.1.5 Bioensaios Ecotoxicológicos

#### *Ensaio de Toxicidade Crônica*

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

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 toxicidade crônica o organismo aquático utilizado é o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. São utilizadas as denominações Agudo, 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 96 horas), sendo o efeito morte o mais observado. 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 expresso através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas e de 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 corpos de água que estão sendo avaliados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### 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 e os Testes Ecotoxicológicos como indicadores para refletir a situação ambiental dos corpos hídricos nas UPGRHs de Minas Gerais de maneira acessível aos não técnicos.

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

Como uma forma de minimizar a parcialidade do IQA, foram adotados em Minas Gerais a CT – Contaminação por Tóxicos e os Testes Ecotoxicológicos, de maneira a complementar as informações do IQA, conferindo importância a outros fatores que afetam usos diversos da água. Os valores limites em relação a 12 parâmetros para contaminantes de origem industrial, minerária e difusa são os definidos na Resolução CONAMA 357/2005.

#### 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 4.1, 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 2006

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 (°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.

#### 4.2. Contaminação por Tóxicos - CT

Em função das concentrações observadas dos parâmetros tóxicos: Amônia, Arsênio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre total (1997 a 2004) e Cobre dissolvido (a partir de 2005), Cromo hexavalente (1997 a 2004) e Cromo total (a partir de 2005), Fenóis totais, Mercúrio total, Nitritos, Nitratos 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 pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, na Resolução Nº 357/05, para os dados obtidos a partir de 2005 e na Deliberação Normativa 10/86, para aqueles referentes ao período de 1997 a 2004. 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. 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 resolução CONAMA 357/05 (dados a partir de 2005) e na DN 10/86 (dados de 1997 a 2004), em pelo menos uma das campanhas do ano, a contaminação da água por tóxicos naquela estação de amostragem será considerada alta no ano em análise.

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

P = Limite de classe definido na Resolução CONAMA Nº 357/05 (dados a partir de 2005) e Limite de classe definido na Deliberação Normativa COPAM Nº 10/86 (dados de 1997 a 2004)

A partir dos resultados do IQA e da CT de cada estação de amostragem, foi produzido o mapa “Qualidade das Águas Superficiais em 2006 no Estado de Minas Gerais”. O nível de qualidade é apresentado com a cor do valor resultante da média aritmética anual dos valores de IQA das quatro campanhas de amostragem, no trecho de corpo de água situado a montante da estação em referência. A contaminação por tóxicos baseia-se no conjunto total de resultados avaliados para cada estação de amostragem, sendo representada no próprio ponto com a cor representativa da pior condição observada na estação no ano em referência. O mapa foi gerado a partir de bases cartográficas em escalas 1:100.000 e 1:50.000, digitalizadas no contexto do projeto GeoMINAS, cartas topográficas do IBGE utilizando-se o software ArcView.

Segundo a metodologia do cálculo do IQA, a falta de resultados dos parâmetros coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido inviabiliza o cálculo desse índice, já que esses parâmetros possuem os maiores pesos em relação a importância relativa no cálculo do IQA. Excepcionalmente em 2006, ocorreram perdas de ensaios laboratoriais de coliformes termotolerantes para algumas estações de amostragem da rede básica operada pelo IGAM. Deste modo, não foi possível calcular o IQA para a campanha na qual ocorreu a perda desse dado. 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 calculado trimestralmente. Por tais razões nos relatórios das bacias dos rios das Velhas, Jequitinhonha, Pardo e Mucuri são apresentados os mapas trimestrais com os resultados de qualidade, além do mapa anual, como de costume.

### 4.3 Bioensaios Ecotoxicológicos

Considerando a porcentagem de resultados positivos dos ensaios de ecotoxicidade realizados com o micro crustáceo *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.

## 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 260 estações de amostragem distribuídas em 34 UPGRHs das 8 bacias principais 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”.

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

### 5.1. Rede de Monitoramento

A rede de monitoramento é constituída, atualmente, de 260 estações de amostragem que abrangem as oito maiores bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais cobrindo 578.336 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), o registro fotográfico dos pontos e a otimização dos roteiros das campanhas de coleta. As descrições dos pontos de coleta da UPGRH caracterizada neste relatório encontram-se no Item 9.

A rede em operação (macro-rede) foi adequada ao longo da execução dos trabalhos, adotando-se como referência a experiência desenvolvida pelos países membros da União Européia. Assim sendo, estabeleceu-se como meta a razão de uma estação de monitoramento por 1.000km<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, pôde ser observado na Tabela 2.1.

Considerando todo o Estado, a densidade atual de estações é 0,45/1000km<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; na GD4, sub-bacia do rio Verde; na DO2, sub-bacia do rio Piracicaba; e na PS1, sub-bacia do rio Paraibuna e PS2, sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé. Nessas regiões, são dominantes as pressões ambientais decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura, exigindo, portanto, uma caracterização mais particularizada da qualidade das águas e, dessa forma, devendo-se dar início a redes mais específicas denominadas redes dirigidas.

### 5.2. Coletas e Análises

As amostragens e análises são contratadas junto à Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, órgão vinculado à Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, sendo realizadas a cada trimestre, com um total anual de 4 (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.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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.

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

<b>Parâmetros comuns a todos os pontos</b>	
Alcalinidade Bicarbonato	Ferro Dissolvido
Alcalinidade Total	Fósforo Total
Alumínio 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 "in loco"
Cobre Dissolvido**	Potássio
Cobre Total	Selênio Total
Coliformes Termotolerantes	Sódio
Coliformes Totais	Sólidos Dissolvidos Totais
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos em Suspensão
Cor Verdadeira	Sólidos Totais
Cromo(III)	Substâncias tensoativas
Cromo(VI)	Sulfato Total
Cromo Total **	Sulfetos
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Temperatura da Água
Demanda Química de Oxigênio – DQO	Temperatura do Ar
Dureza (Cálcio)	Turbidez
Dureza (Magnésio)	Zinco Total
Estreptococos Fecais	

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

\*\* Parâmetros inseridos a partir de 2005, em adequação à resolução CONAMA 357/05.

**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
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos Totais
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Temperatura da Água
Fósforo Total	Temperatura do Ar
Nitrato	Turbidez



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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: Rio São Francisco Sul</b>	
SF001	Fenóis totais
SF003	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF002	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF004	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF005	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF006	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF007	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF008	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF009	Cádmio total, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Substâncias tensoativas
SF010	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF011	Cor, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total
SF013	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF015	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF017	Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA001	Chumbo total, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Substâncias tensoativas
PA002	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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>	
PA003	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA004	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA005	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA007	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA009	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA010	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA011	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, 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, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA015	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA017	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA019	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA020	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA021	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
PA022	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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>	
BP079	Cádmio total, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP084	Arsênio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Selênio total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total
BP080	Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Selênio total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total
BP026	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP027	Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Selênio total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total
BP029	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP036	Cádmio total, Chumbo total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP068	Cádmio total, Ferro dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total
BP070	Cádmio total, Chumbo total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP086	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP088	Cádmio total, Cianeto livre, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total
BP071	Cianeto livre, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total
BP072	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cor verdadeira, Cromo (III), Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Zinco total
BP090	Cádmio total, Chumbo total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Substâncias tensoativas
BP082	Cádmio total, Chumbo total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Substâncias tensoativas
BP076	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, DQO, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Zinco total
BP083	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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>	
BP078	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP092	Arsênio total, Cádmio total, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP094	Arsênio total, Cádmio total, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP096	Cádmio total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BP098	Cádmio total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV013	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Sulfetos, Níquel total,
BV035	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Dureza, Fenóis totais, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Substâncias tensoativas, Zinco total
BV037	Arsênio total, Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total
BV139	Arsênio total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Zinco total
BV062	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Dureza, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
BV063	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Dureza, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Selênio total, Sulfetos, Zinco total
BV067	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco total
BV076	DQO, Fenóis totais, Manganês total, Óleos e Graxas, Toxicidade crônica, Zinco total
BV083	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BV105	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total

**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>	
BV130	Alcalinidade, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Dureza, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Óleos e Graxas, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BV135	Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Toxicidade crônica
BV137	Arsênio total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BV140	Alcalinidade, Chumbo total, Dureza, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total
BV141	Arsênio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total
BV142	Arsênio total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total
BV143	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Óleos e Graxas, Zinco total
BV146	Arsênio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Zinco total
BV147	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais
BV148	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total
BV149	Arsênio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total
BV152	Arsênio total, DQO, Fenóis totais, Manganês total
BV153	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Óleos e Graxas, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BV154	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Óleos e Graxas, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BV155	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BV156	Arsênio total, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas
BV160	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Óleos e graxas, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BV161	Arsênio total, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
BV162	Cor verdadeira, Dureza, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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: Rio São Francisco Norte</b>	
SF019	Boro dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF021	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF023	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF025	Manganês total, Substâncias tensoativas
SF026	DQO, Nitrogênio orgânico
SF027	Manganês total, Substâncias tensoativas
SF028	DQO, Nitrogênio orgânico
SF029	Boro dissolvido, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Nitrogênio nitroso, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
SF031	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total, Nitrogênio nitroso, Substâncias tensoativas, Zinco total
SF033	Manganês total, Substâncias tensoativas
SF034	DQO, Nitrogênio orgânico
SF040	DQO, Nitrogênio orgânico
PT003	Cádmio total, Cianeto livre, Cor verdadeira, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Substâncias tensoativas
PT001	Cianeto livre, Cor verdadeira, Fenóis totais, Manganês total
PT005	Arsênio total, Bário total, Boro dissolvido, Cádmio total, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
PT007	Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Substâncias tensoativas
PT009	Cor verdadeira, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Substâncias tensoativas
PT010	Cádmio total, DQO, 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, Fenóis totais, Manganês total, Nitrogênio nitroso, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica
UR007	Cádmio total, Cor verdadeira, Fenóis totais, Nitrogênio nitroso, Substâncias tensoativas
UR009	Fenóis totais, Substâncias tensoativas
VG001	Cádmio total, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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: Rio São Francisco Norte</b>	
VG003	Boro dissolvido, Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Toxicidade Crônica, Zinco total
VG004	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Nitrogênio nitroso, Substâncias tensoativas
VG005	Cádmio total, Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas
VG007	Cádmio total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Toxicidade Crônica
VG009	Cádmio total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Toxicidade Crônica
VG011	Cádmio total, Fenóis totais, Toxicidade Crônica
<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, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Toxicidade crônica
BG003	Cádmio total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Toxicidade crônica
BG005	Cádmio total, Chumbo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais
BG007	Cádmio total, Chumbo total, DQO, Fenóis totais, Níquel total, Toxicidade crônica
BG009	Arsênio total, Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Toxicidade crônica
BG011	Chumbo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Toxicidade crônica
BG012	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total
BG010	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total
BG013	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total
BG014	DQO, Ferro dissolvido, Manganês total
BG015	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total
BG017	Chumbo total, Cromo total, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
BG019	Cádmio total, DQO, Fenóis totais, Mercúrio total, Manganês total, Toxicidade crônica
BG021	Cádmio total, Chumbo total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Toxicidade crônica
BG023	Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Zinco total
BG025	Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Fenóis totais
BG027	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BG029	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BG030	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Zinco total
BG031	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Fenóis totais, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Toxicidade crônica
BG032	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
BG034	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total
BG033	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Fenóis totais, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Zinco total, Ferro dissolvido, Manganês total
BG035	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BG036	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Sulfetos, Substâncias tensoativas, Toxicidade crônica, Zinco total
BG037	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	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total
BG041	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total
BG043	Cádmio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Zinco total
BG044	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Mercúrio total, Toxicidade crônica
BG045	Cádmio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
BG047	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Toxicidade crônica
BG049	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Toxicidade crônica
BG051	Cobre dissolvido, Fenóis totais



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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>	
BG053	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Zinco total
BG055	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Toxicidade crônica, Zinco total
BG057	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cromo total, Densidade de cianobactérias, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
BG058	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, DQO
BG059	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Densidade de cianobactérias, Toxicidade crônica
BG061	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Fenóis totais
BG063	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, DQO, Toxicidade crônica
<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, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Toxicidade crônica
PB005	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total
PB007	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Toxicidade crônica
PB009	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Toxicidade crônica
PB011	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Toxicidade crônica
PB013	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Toxicidade crônica
PB015	Cádmio total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido
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, Toxicidade crônica
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, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Toxicidade crônica
PB025	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Fenóis totais, Toxicidade crônica



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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>	
PB027	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Zinco total, Toxicidade crônica
PB029	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Cromo total, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Toxicidade crônica, Zinco total
PB031	Cádmio total, Cobre dissolvido, Fenóis totais
PB033	Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Níquel total, Toxicidade crônica
<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
RD004	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais
RD007	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
RD013	Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido
RD009	Arsênio total, Cobre dissolvido, Fenóis totais, mercúrio total
RD019	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
RD018	Cobre dissolvido, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total
RD021	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais
RD023	Chumbo total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Sulfetos
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
RD032	Cobre dissolvido, Manganês 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
RD034	Cobre dissolvido
RD035	Cobre dissolvido
RD033	Cobre dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
RD039	Cobre dissolvido, Fenóis totais, Manganês total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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

RD040	Cobre dissolvido
RD044	Cobre dissolvido
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, Ferro dissolvido, Sulfetos
RD057	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos
RD058	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos
RD059	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos
RD064	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos, Toxicidade crônica
RD065	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Sulfetos
RD067	Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Sulfetos
<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



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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 PARAÍBA DO SUL</b>	
<b>UPGRHs PS1 e PS2</b>	
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
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, 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



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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 JEQUITINHONHA</b>	
<b>UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3</b>	
JE001	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
JE003	Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
JE005	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Manganês total, Zinco total
JE007	Cádmio total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Zinco total
JE009	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total
JE011	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
JE013	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
JE015	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total
JE017	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total
JE019	Cádmio total, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total
JE021	Cobre dissolvido, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Zinco total
JE023	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total
JE025	Cádmio total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total
<b>BACIA DO RIO MUCURI</b>	
<b>UPGRHs MU1</b>	
MU001	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total
MU003	Cádmio total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total
MU005	Cianeto livre, Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total
MU006	Cor verdadeira, Ferro dissolvido, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total
MU007	Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Mercúrio total
MU009	Chumbo total, Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Manganês total
MU011	Cor verdadeira, DQO, Fenóis totais, Manganês total, Sólidos dissolvidos totais
MU013	Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total
<b>BACIA DO RIO PARDO</b>	
<b>UPGRHs PA1</b>	
PD001	Chumbo total, Cobre dissolvido, DQO, Ferro dissolvido
PD003	Cor verdadeira, DQO, Ferro dissolvido
PD005	DQO, Ferro dissolvido, Fenóis totais

### 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
Coliformes termotolerantes	tubos múltiplos	APHA 9221 E
Coliformes totais	tubos múltiplos	APHA 9221 B
Condutividade elétrica	condutimetria	APHA 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	APHA 4500-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B
Nitrogênio orgânico	colorimetria	APHA 4500-N <sub>org</sub> B



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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	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
Toxicidade crônica	ensaio com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	ABNT NBR 13373
Turbidez	turbidimetria	APHA 2130 B
Zinco total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B

\*AA=absorção atômica

### 5.3. Avaliação Temporal

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

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

A análise por ora empreendida resume-se a uma avaliação visual de gráficos que tratam da evolução do IQA desde 1997 até 2006, tentando descrever a evolução da qualidade das águas nos diferentes corpos de água do estado de Minas Gerais sem, contudo, saber se o aumento ou diminuição do Índice de Qualidade das Águas em uma determinada bacia é estatisticamente significativa ou se tal diferença não é devida simplesmente a variações amostrais.

Alguns parâmetros foram observados ao longo dos anos e comparados com os limites das classes de enquadramento (Anexo C) do corpo de água em análise, conforme a Resolução CONAMA Nº357/05. Outros foram ajustados através do cálculo da Média Móvel dos meses anteriores, o que possibilitou a minimização dos efeitos das variações de curto período, dando prioridade ao comportamento mais geral da série observada.

### 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. O Índice de Qualidade das Águas anual das estações de amostragem para os anos 2005 e 2006 foi representado ao longo do corpo de água e ao longo da bacia hidrográfica.

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

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

Considerando a série de resultados, no período de 1997 a 2006, para as estações de amostragem de cada bacia hidrográfica avaliaram-se os parâmetros monitorados com relação ao percentual de amostras cujos valores violaram em mais de 20% os limites legais da Resolução CONAMA 357/2005, para os dados gerados a partir de 2005 e da DN COPAM 10/86, para aqueles obtidos no período compreendido entre 1997 e 2004, considerando o enquadramento do corpo de água no local de cada estação. Os percentuais de violações em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro foram apresentados em uma tabela, indicando os constituintes mais críticos na bacia.

Os resultados do monitoramento da qualidade das águas superficiais dos rios do Estado de Minas Gerais foram apresentados em quadros-resumo, que especificam, por corpo de água e estação de amostragem, os principais fatores de PRESSÃO sobre a qualidade das águas associados aos indicadores de degradação verificados em 2006 e os parâmetros que apresentaram as maiores violações em relação aos limites legais no período de 1997 a 2006, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas.

Os fatores de PRESSÃO foram definidos considerando as seguintes atividades: lançamento de esgoto sanitário, lançamento de efluente industrial, carga difusa, agricultura, agropecuária, suinocultura, atividade minerária, garimpo, resíduo sólido urbano, queimada, expansão urbana, erosão, assoreamento, 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 Organização de Coordenação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. Esse sistema baseia-se nos seguintes princípios de causalidade:

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

- 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 prioritárias inerentes às violações identificadas nos pontos de coleta e na bacia como um todo, ressaltando o lançamento de esgoto sanitário, a ocorrência de metais pesados e o efeito tóxico crônico nas águas.

Para tratar o fator de PRESSÃO por esgoto sanitário, em todas as bacias foram levantados os municípios com população urbana superior a 50.000 habitantes, conforme censo do IBGE 2000, e que possuem estação de amostragem em trecho de 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, verificaram-se as ocorrências de desconformidades em relação aos principais parâmetros associados aos esgotos sanitários: 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 2006 algumas ocorrências de metais tóxicos, quais sejam: Cobre total (entre 1997 e 2004), Cobre dissolvido (a partir de 2005), Mercúrio total, Arsênio total, Cádmio total, Zinco total, Bário total, Cromo IV (de 1997 a 2004), Cromo total (a partir de 2005) e Chumbo total, bem como outras substâncias tóxicas como fenóis totais, amônia e íons cianeto livres em desconformidade com os padrões legais. Foram destacadas as estações em que as ocorrências destes metais resultaram em Contaminação por Tóxicos Alta em 2006, levantando-se as causas da contaminação, e feitas recomendações visando a melhoria da qualidade dos corpos de água onde se verificaram estas ocorrências.

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

## **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 de bacias hidrográficas que visa o uso sustentável da água. Além disso, fornece subsídios a outros instrumentos da gestão de 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 e considerando os usos atuais e futuros dos recursos hídricos e analisados os 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.

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,



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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, devem ser efetuados no âmbito da bacia hidrográfica, sendo, o respectivo comitê de bacia hidrográfica - CBH - o responsável pela sua aprovação.

O enquadramento dos corpos de água em Classes, de acordo com o uso preponderante, e em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005, classifica as águas doces em cinco classes como apresentados na Tabela 6.1.

**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 aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
1	Green	Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário (nadar); À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo; À proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
2	Yellow	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário; 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; À aquicultura e à atividade de pesca.
3	Orange	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; À pesca amadora; À recreação de contato secundário; À dessedentação de animais.
4	Red	À navegação; À harmonia paisagística.

Ressalta-se que, de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005 no seu art. 42, 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.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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

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

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

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

### **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.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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 e Unidades Colegiadas – GARAUC 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 coordenadas geográficas das captações ou intervenções nos cursos de água são georreferenciadas. A análise dos processos é então realizada, sendo que, para o deferimento ou indeferimento de um requerimento, diversas etapas são processadas com consulta em cartas geográficas e delimitação das áreas de drenagem.

### **7.4. A Quem Solicitar a Outorga**

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).

### **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**

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

### 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 IGAM. A Deliberação Normativa CERH-MG N° 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.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### **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 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;
- Anotação Documento emitido pelo Comitê de Bacias contendo as prioridades de uso, caso existente.

## 8. SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

Foram obtidos, a partir das análises laboratoriais realizadas em 2006, os indicadores da situação ambiental no Estado de Minas Gerais, Índice de Qualidade das Águas – IQA, Contaminação por Tóxicos – CT e Teste de Toxicidade Crônica.

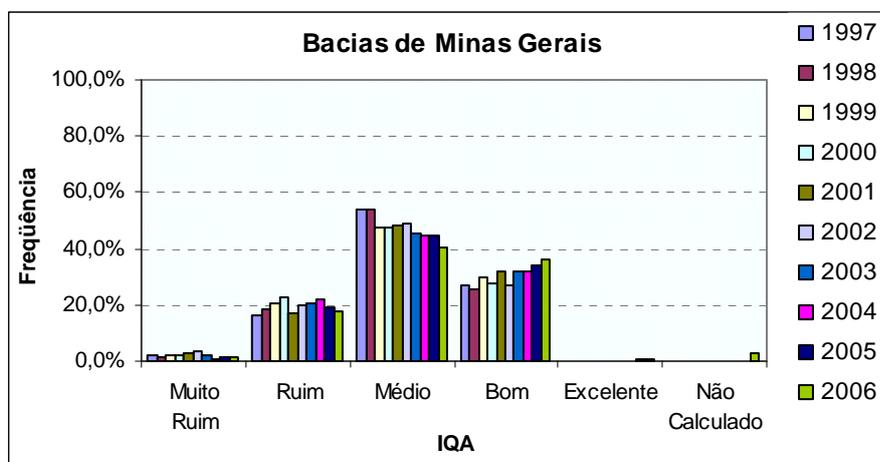
Na Figura 8.1 é apresentada a evolução temporal da freqüência de ocorrência do IQA no Estado de Minas Gerais. Ressalta-se que no ano de 2006, a média anual do IQA não foi calculada para algumas estações de amostragem das bacias do rio das Velhas, Jequitinhonha, Pardo e Mucuri, nas quais houve perda de análises laboratoriais de coliformes termotolerantes em uma ou mais campanhas de monitoramento. Nas estações da bacia do rio São Francisco – Norte localizadas no ribeirão dos Vieiras a jusante da cidade de Montes Claros (VG003) e no rio Carinhonha a montante da sua foz no rio São Francisco (SF034), o cálculo da média anual do IQA também não foi realizado, uma vez que não houve amostragem na primeira e quarta campanhas do ano em questão, devido à dificuldade de acesso ao local de coleta. Por tais razões, para comparar os resultados de IQA de 2006 com aqueles obtidos nos anos anteriores foi utilizada a condição de qualidade verificada em cada estação de amostragem por trimestre (Figura 8.1).

Pôde-se observar que nas 260 estações de amostragem dos corpos de água das bacias hidrográficas monitoradas no Estado de Minas Gerais, predomina o Índice de Qualidade das Águas Médio, resultado este que vem sendo observado desde o ano de 1997, ressaltando-se que os maiores registros foram nos anos de 1997 e 1998. A análise comparativa da distribuição dos valores médios anuais de IQA demonstra que não houve uma grande variação das condições de qualidade das águas ao longo de dez anos de monitoramento.

No ano de 2006, verificou-se uma pequena redução na ocorrência do Índice de Qualidade das Águas Médio, em relação ao ano de 2005. Por outro lado, houve um pequeno aumento na ocorrência do Índice de Qualidade das Águas Bom. A freqüência de IQA Bom aumentou de 34% em 2005 para 36,2% em 2006. Em relação ao IQA Bom pode-se perceber ainda, aumento gradativo da sua ocorrência a partir do ano de 2002.

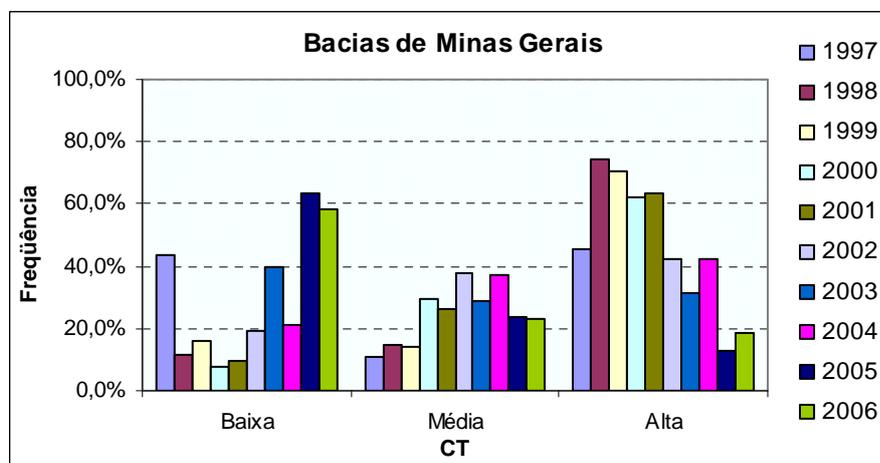
O IQA Médio ainda é predominante em todas as bacias hidrográficas monitoradas no Estado de Minas Gerais com ocorrência em 40,7% dos pontos de amostragem em 2006. Entretanto, pode-se verificar que há uma diminuição gradativa da sua ocorrência a partir do ano de 2002. Ressalta-se ainda a diminuição da ocorrência do IQA Ruim a partir de 2004, registrando uma freqüência de 17,8% em 2006.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.1:** Evolução temporal dos dados de qualidade: Índice de Qualidade das Águas – IQA, no Estado de Minas Gerais.

Com relação à Contaminação por Tóxicos (CT) (Figura 8.2), observou-se uma pequena redução na ocorrência de CT Baixa, de 63,3% de frequência em 2005 para 58,1% em 2006. Por outro lado, houve aumento na ocorrência da CT Alta, de 13,1% em 2005 para 18,8% em 2006. Destaca-se ainda a mínima redução da CT Média, de 23,6% em 2005 para 23,1% em 2006 e a diminuição gradativa de sua ocorrência a partir do ano de 2004.



**Figura 8.2:** Evolução temporal dos dados de Contaminação por Tóxicos – CT, no Estado de Minas Gerais.

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

Nas figuras a seguir são apresentadas as frequências de ocorrência anual do Índice de Qualidade das Águas nos anos 2005 e 2006, respectivamente, para cada estação de amostragem das bacias hidrográficas monitoradas no Estado de Minas Gerais. Nas estações das bacias dos rios das Velhas, Jequitinhonha, Mucuri, Pardo e São Francisco Norte em que o cálculo do IQA não foi realizado devido à perda de análises laboratoriais de coliformes termotolerantes ou por falta de alguma coleta, o dado correspondente àquela estação está marcado por um asterisco.

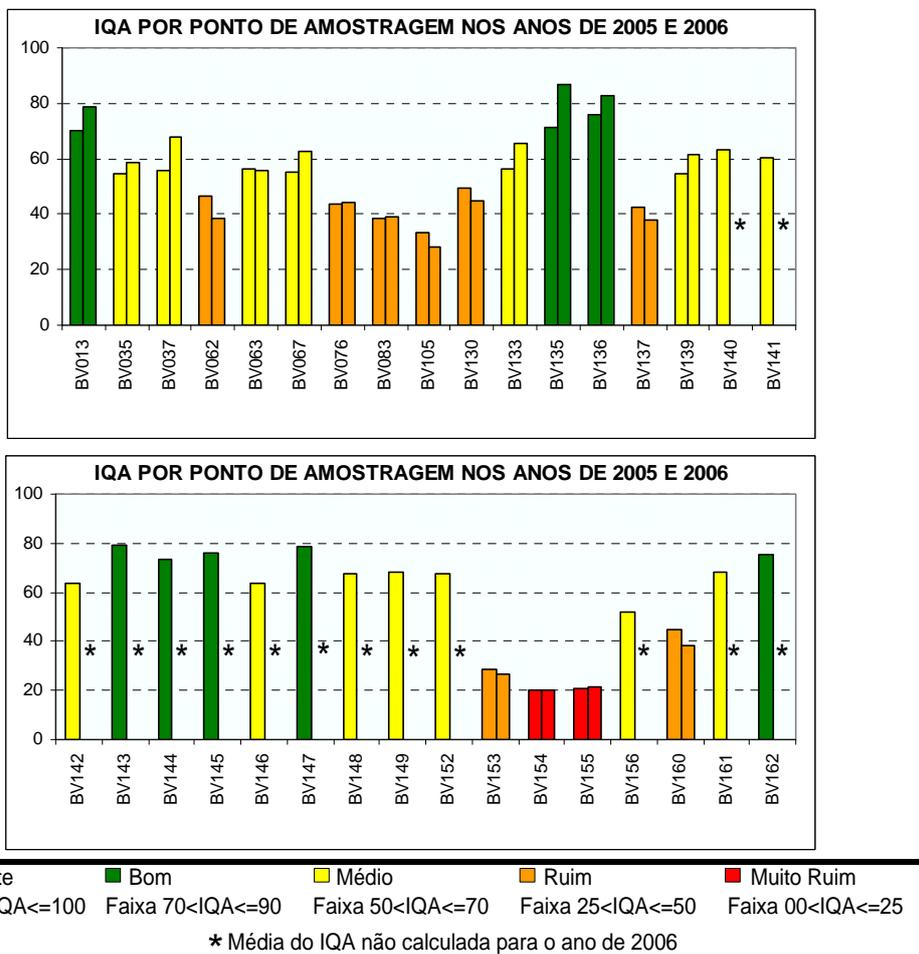
#### **BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Na bacia do rio São Francisco observou-se uma diminuição da ocorrência de IQA Médio de 59% em 2005 para 36,8% em 2006. Concomitantemente, houve aumento do IQA Ruim e Bom, os quais ocorreram em 18% e 20% em 2005 e em 24,8% e 30,9% das estações de amostragem em 2006, respectivamente. Em 2006, o IQA não foi calculado em 3,1% das estações, devido à perda de amostras. Destaca-se ainda a ocorrência de IQA Excelente em 1,3% das estações na bacia do rio São Francisco.

#### **Sub-Bacia do Rio das Velhas**

Na sub-bacia do rio das Velhas houve a permanência da ocorrência de IQA Muito Ruim em 6,1% das estações de monitoramento em 2006. Observou-se aumento do IQA Ruim de 24% em 2005 para 28% em 2006. Foi verificado a diminuição da ocorrência de IQA Médio de 45% em 2005 para 29,5% em 2006 e a diminuição na ocorrência de IQA Bom, de 24% em 2005 para 23,5% em 2006. Destaca-se ainda na sub-bacia do rio das Velhas em 2006 a ocorrência de IQA Excelente em 2,3% das estações e de IQA não calculado, devido à perda de amostras do parâmetro coliformes, em 10,6% das estações, conforme Figura 8.3.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

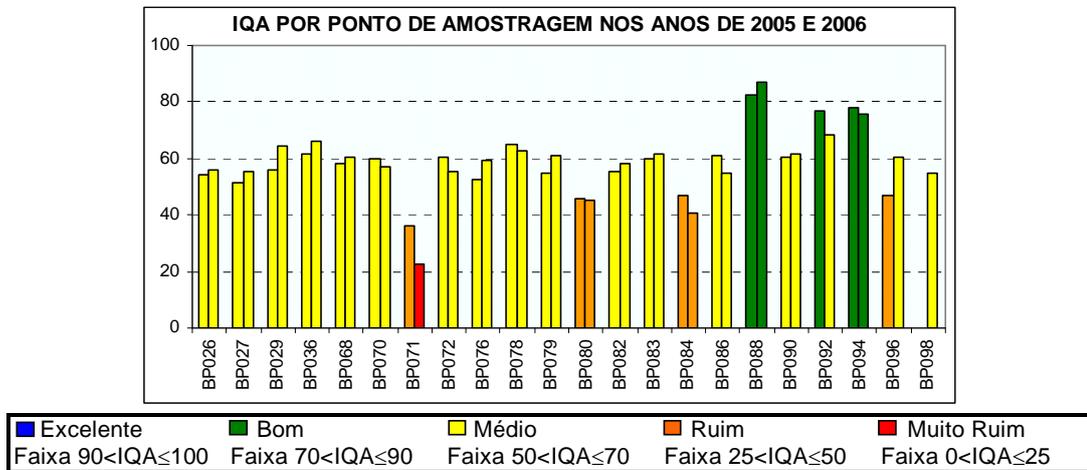


**Figura 8.3:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH SF5.

### Sub-Bacia do Rio Paraopeba

Na sub-bacia do rio Paraopeba observou-se redução na ocorrência de IQA Médio, de 67% em 2005 para 36,4% em 2006 e aumento na ocorrência de IQA Ruim de 19% em 2005 para 31,8% em 2006. Verificou-se ainda, aumento na ocorrência de IQA Muito Ruim de 0% em 2005 para 2,3% em 2006, condição observada no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), conforme pode ser observado na Figura 8.4. A ocorrência de IQA Bom foi constatada em 29,5% das estações, sendo a melhor situação observada no rio Betim monitorado a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088). Apenas como observação, as estações do rio Manso em Brumadinho (BP096) e do ribeirão do Cedro próximo de sua foz no rio Paraopeba em Caetanópolis (BP098) foram instaladas na quarta campanha de 2005, sendo que em BP098, por falta de acesso a amostragem não foi realizada. Desta forma, o IQA da estação BP096 se refere apenas ao valor da última campanha anual.

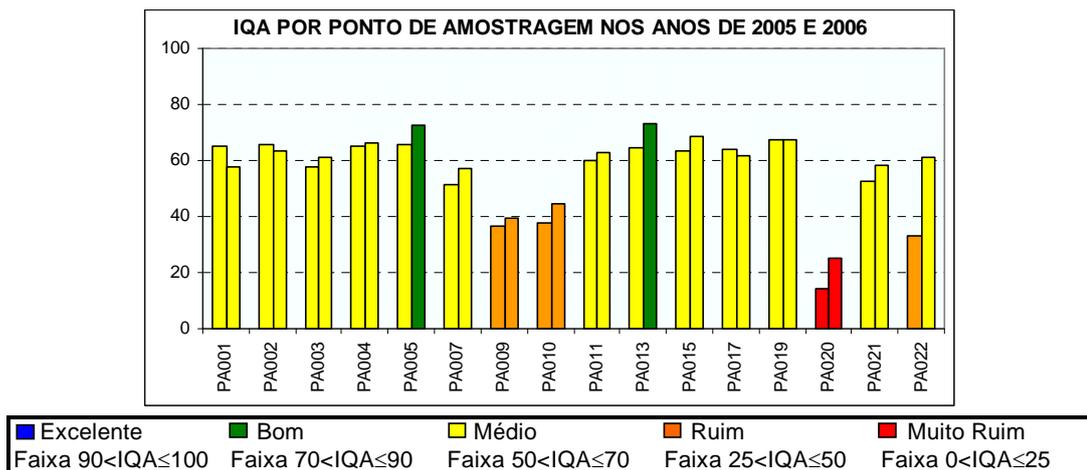
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.4:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH SF3.

### Sub-Bacia do Rio Pará

Na sub-bacia do rio Pará a ocorrência de IQA Bom foi constatada em 26,6% das estações de amostragem no ano de 2006, condição observada nas estações situadas no rio Pará a montante da foz do rio Itapeçerica e próximo da UHE de Gafanhoto (PA005) e no rio Pará monitorado na localidade de Velho da Taipa, próximo ao município de Pitangui (PA013), como pode ser visualizado na Figura 8.5. Verificou-se aumento na ocorrência de IQA Ruim, de 19% em 2005 para 20,3% em 2006 e redução na ocorrência de IQA Médio, de 75% em 2005 para 48,4% em 2006.

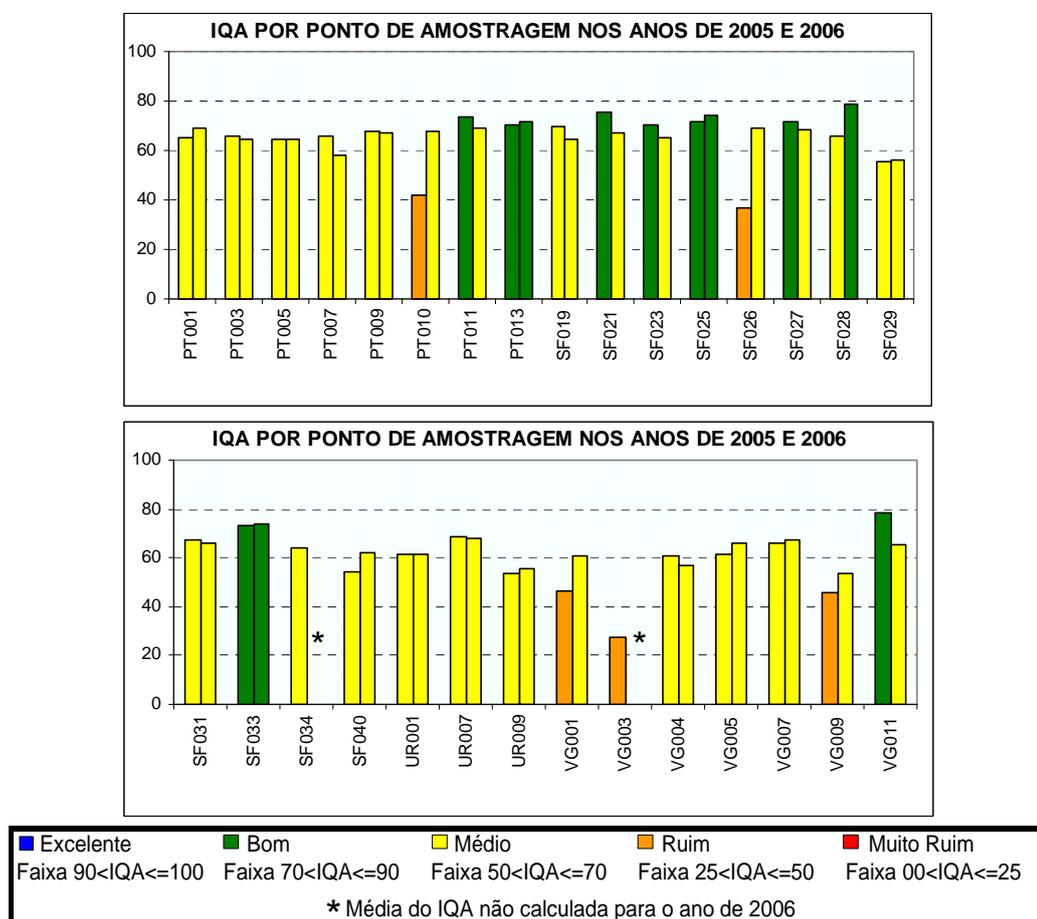


**Figura 8.5:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH SF2.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Bacia do Rio São Francisco – Norte

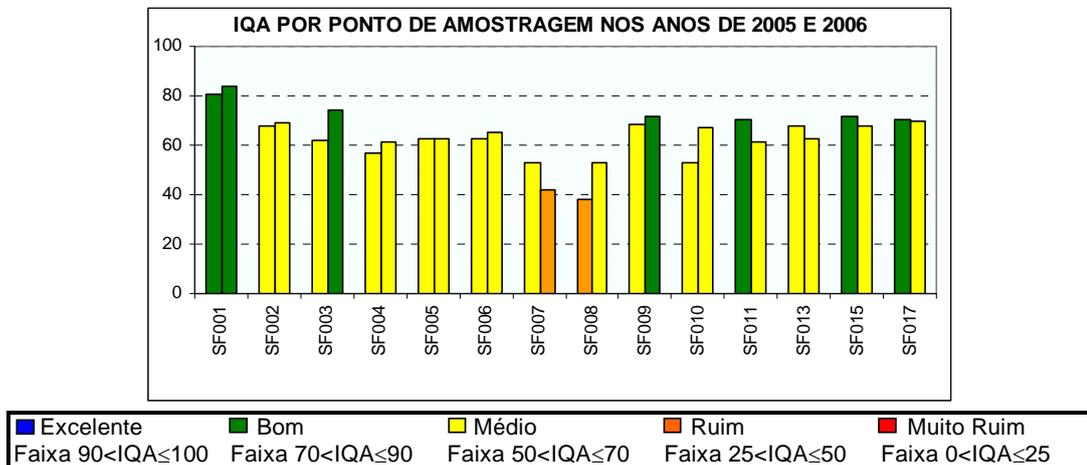
A bacia do rio São Francisco – Norte, que engloba as sub-bacias dos rios Paracatu, Urucuia, Jequitaiá/Pacuí e Verde-Grande, bem como o rio São Francisco após a represa de Três Marias apresentou pequeno aumento na ocorrência de IQA Ruim, de 17% em 2005 para 19% em 2006. Verificou-se também aumento na ocorrência de IQA Bom, de 27% em 2005 para 39,7% em 2006, condição observada nas estações monitoradas no rio Paracatu próximo de sua foz no rio São Francisco (PT013), no rio São Francisco a jusante da cidade de São Romão (SF025) e a jusante da cidade de Manga e a montante da foz do rio Verde Grande (SF033), no rio Pandeiros a jusante da UHE Pandeiros (SF028) e no rio Carinhanha a montante da sua foz no rio São Francisco (SF034), conforme pode ser observado na Figura 8.6. Concomitantemente, houve redução na ocorrência de IQA Médio, de 57% em 2005 para 38,8% em 2006.



**Figura 8.6:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.

### Bacia do Rio São Francisco – Sul

Na bacia do rio São Francisco - Sul (rio São Francisco e afluentes até a represa de Três Marias) houve aumento na ocorrência de IQA Bom de 29% em 2005 para 37,5% em 2006, e conseqüente redução na ocorrência de IQA Médio de 64% em 2005 para 37,5% em 2006. Observou-se melhoria na qualidade das águas do rio São Francisco na cidade de Iguatama (SF003) e do ribeirão Sucuriú, monitorado a montante do reservatório de Três Marias (SF009), os quais apresentaram IQA Médio no ano de 2005 e IQA Bom em 2006, conforme pode ser verificado na Figura 8.7. Verificou-se, também, uma melhora no rio Santana próximo de sua foz no rio São Francisco (SF008). Houve ainda, piora na qualidade das águas do ribeirão Marmelada, a jusante da cidade de Abaeté (SF007), o qual apresentou média anual do IQA Ruim em 2006, esse ribeirão, historicamente apresenta problemas associados ao lançamento de esgotos domésticos da cidade de Abaeté, bem como de contribuição difusa.

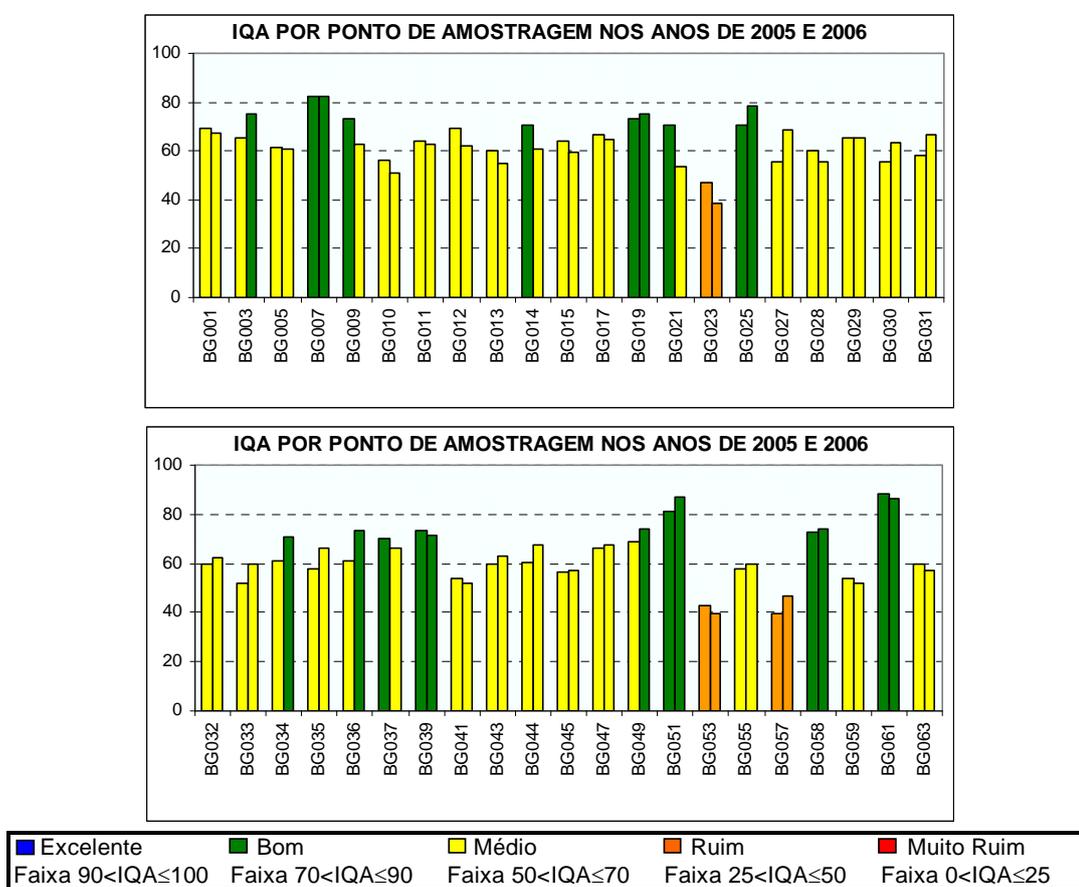


**Figura 8.7:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs SF1 e SF4.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### BACIA DO RIO GRANDE

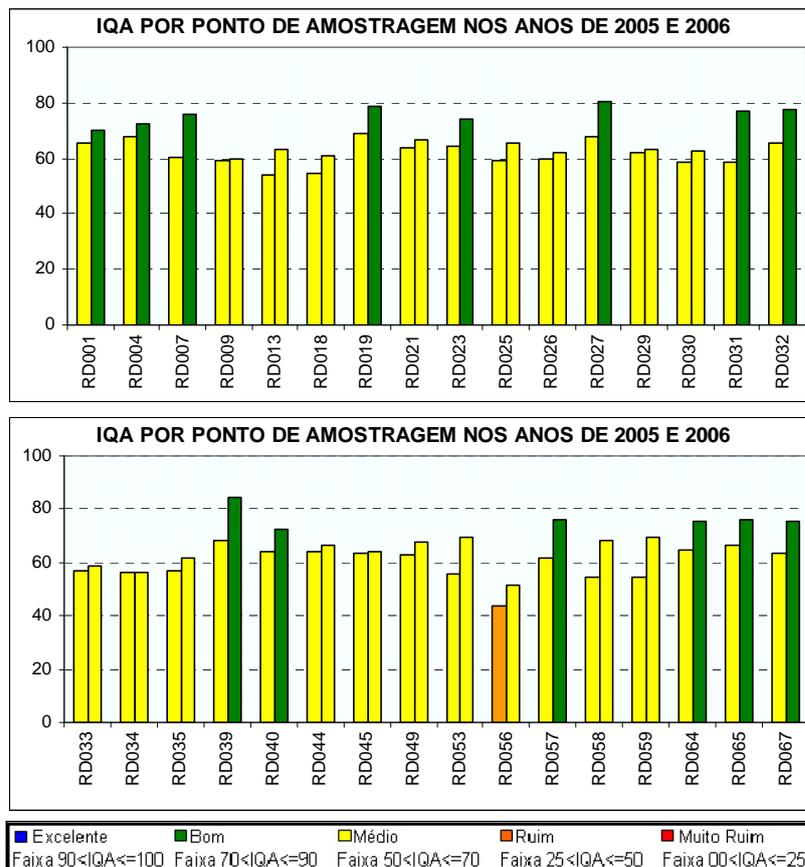
A Figura 8.8 apresenta a média anual do Índice de Qualidade das Águas para as quatro campanhas de monitoramento dos anos 2005 e 2006, respectivamente, para cada estação de amostragem na bacia hidrográfica do rio Grande. Observou-se redução na ocorrência de IQA Médio, de 67% em 2005 para 52,4% em 2006. Conseqüentemente, houve aumento na ocorrência de IQA Bom, de 26% em 2005 para 28,6% em 2006, além do aumento de IQA Ruim, de 7% em 2005 para 17,9% em 2006. Destaca-se a melhoria do IQA no rio Grande monitorado a montante do reservatório de Camargos (BG003), no rio do Peixe a jusante da foz do ribeirão Vermelho (BG034), no rio Palmela na proximidade de sua foz no rio Verde (BG036) e no rio Sapucaí a montante do reservatório de Furnas (BG049).



**Figura 8.8:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8.

### BACIA DO RIO DOCE

A Figura 8.9 apresenta a média anual do Índice de Qualidade das Águas para as quatro campanhas de monitoramento dos anos 2005 e 2006, respectivamente, para cada estação de amostragem na bacia hidrográfica do rio Doce. Em 2006, não foi observada nenhuma ocorrência de IQA Muito Ruim nos pontos de amostragem da bacia do rio Doce, assim como nos anos anteriores. Observou-se em 2006 a ocorrência de IQA Ruim em 2,3% das estações. Verificou-se redução na ocorrência de IQA Médio de 97% em 2005 para 46,1% em 2006, com conseqüente aumento na ocorrência de IQA Bom de 0% em 2005 para 51,6% dos pontos de amostragem em 2006. O IQA Bom foi observado nas estações de amostragem localizadas no rio Piranga no município de Piranga (RD001), rio Xopotó próximo a sua foz no rio Piranga (RD004), rio Piranga no município de Porto Firme (RD007), rio Doce a montante da foz do rio Casca (RD019), rio Doce a montante da Cachoeira dos Óculos (RD023), rio Santa Bárbara na localidade de Santa Rita das Pacas (RD027), rio Piracicaba na cidade de Timóteo, a montante da ETA da ACESITA (RD031), rio Piracicaba a montante da confluência com o ribeirão Japão (RD032), rio Santo Antônio a montante da confluência com o rio Doce (RD039), rio Corrente Grande próximo de sua foz no rio Doce (RD040), rio Caratinga no Distrito de Barra do Cuieté (RD057), rio Manhuaçu na cidade de Santana do Manhuaçu (RD064), rio Manhuaçu próximo de sua foz no rio Doce (RD065) e rio Doce na cidade de Baixo Guandú/ES (RD067).

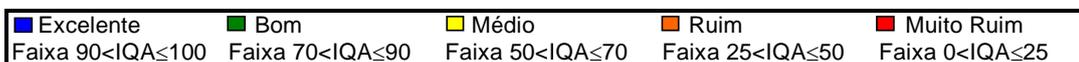
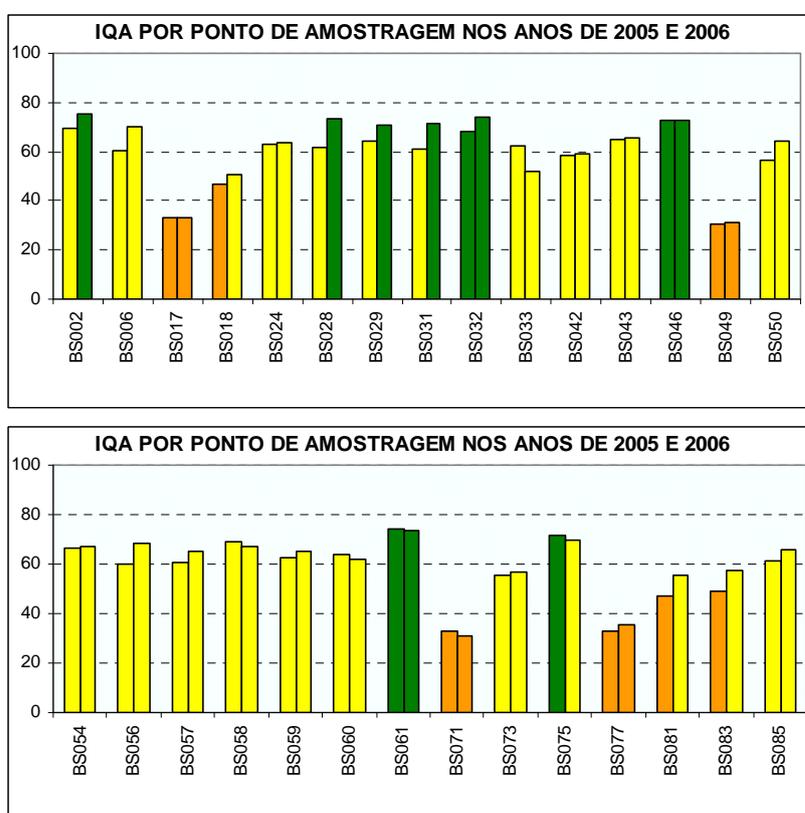


**Figura 8.9:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

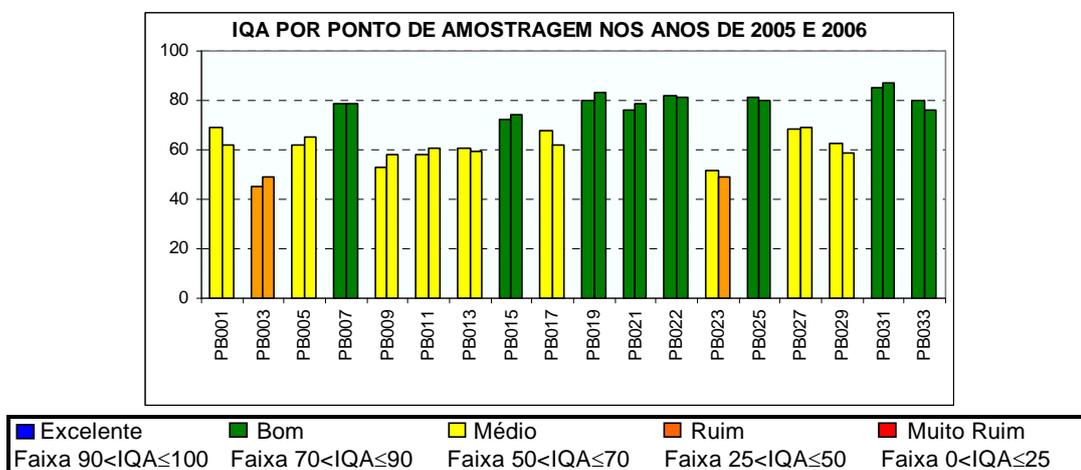
A Figura 8.10 apresenta a média anual do Índice de Qualidade das Águas para as quatro campanhas de monitoramento dos anos 2005 e 2006, respectivamente, para cada estação de amostragem na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Houve redução na ocorrência de IQA Médio de 66% em 2005 para 48,3% em 2006, assim como de IQA Ruim, de 24% em 2005 para 19,8% em 2006. Observou-se ainda aumento do IQA Bom de 10% em 2005 para 30,2% em 2006, sendo essa condição de IQA Bom verificada nas estações situadas no rio Paraíba em Chapéu D'Uvas (BS002), no rio Preto próximo a sua foz no rio Paraíba (BS028), no rio Paraíba a jusante do rio Preto (BS029) e no rio Cágado próximo de sua foz no rio Paraíba (BS031).



**Figura 8.10:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PS1 e PS2.

### BACIA DO RIO PARANAÍBA

A Figura 8.11 apresenta a média anual do Índice de Qualidade das Águas para as quatro campanhas de monitoramento dos anos de 2005 e 2006, respectivamente, para cada estação de amostragem na bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Houve redução na ocorrência de IQA Médio de 50% em 2005 para 33,3% em 2006 e conseqüente aumento na ocorrência de IQA Bom de 44% em 2005 para 51,4% em 2006, além do IQA Ruim, de 6% em 2005 para 15,3% em 2006. Pôde-se observar ainda que não foi registrada nenhuma ocorrência de IQA Muito Ruim ao longo de todo o período de monitoramento nessa bacia hidrográfica. Observou-se em 2006 a piora do IQA no rio Uberabinha a jusante da cidade de Uberlândia (PB023), resultado associado ao lançamento de esgoto doméstico, sem tratamento prévio, originado da cidade de Uberlândia.

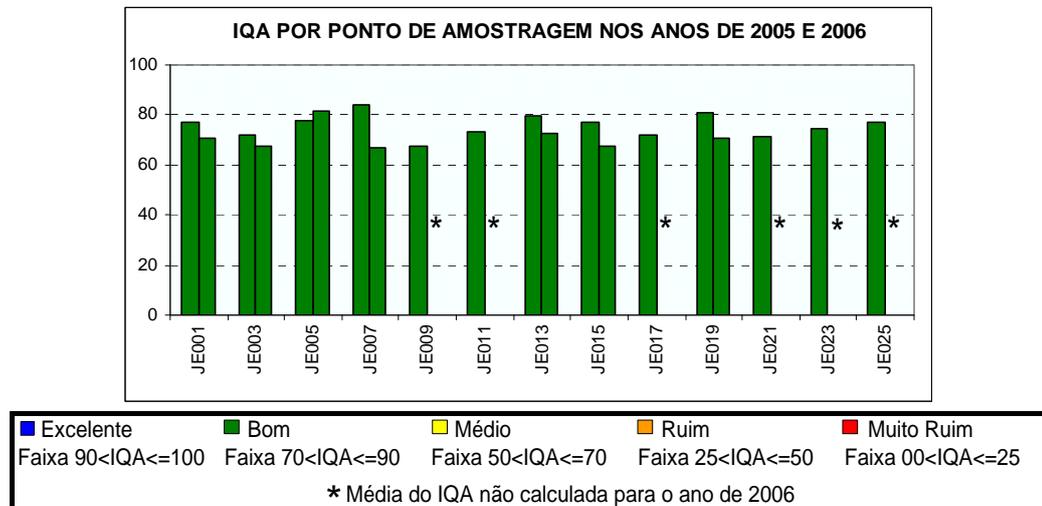


**Figura 8.11:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.

### BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

A Figura 8.12 apresenta o Índice de Qualidade das Águas para as quatro campanhas de monitoramento dos anos 2005 e 2006, respectivamente, para cada estação de amostragem na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Verificou-se a predominância do Índice de Qualidade das Águas Bom em 2006, totalizando 51,9% de freqüência. A ocorrência de IQA Médio totalizou uma freqüência de 30,8% em 2006 nas estações dessa bacia. Houve ainda a ocorrência de IQA não calculado em 11,5% das estações, devido à perda de amostras do parâmetro coliformes e a ocorrência de IQA Ruim em 5,8% das estações.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

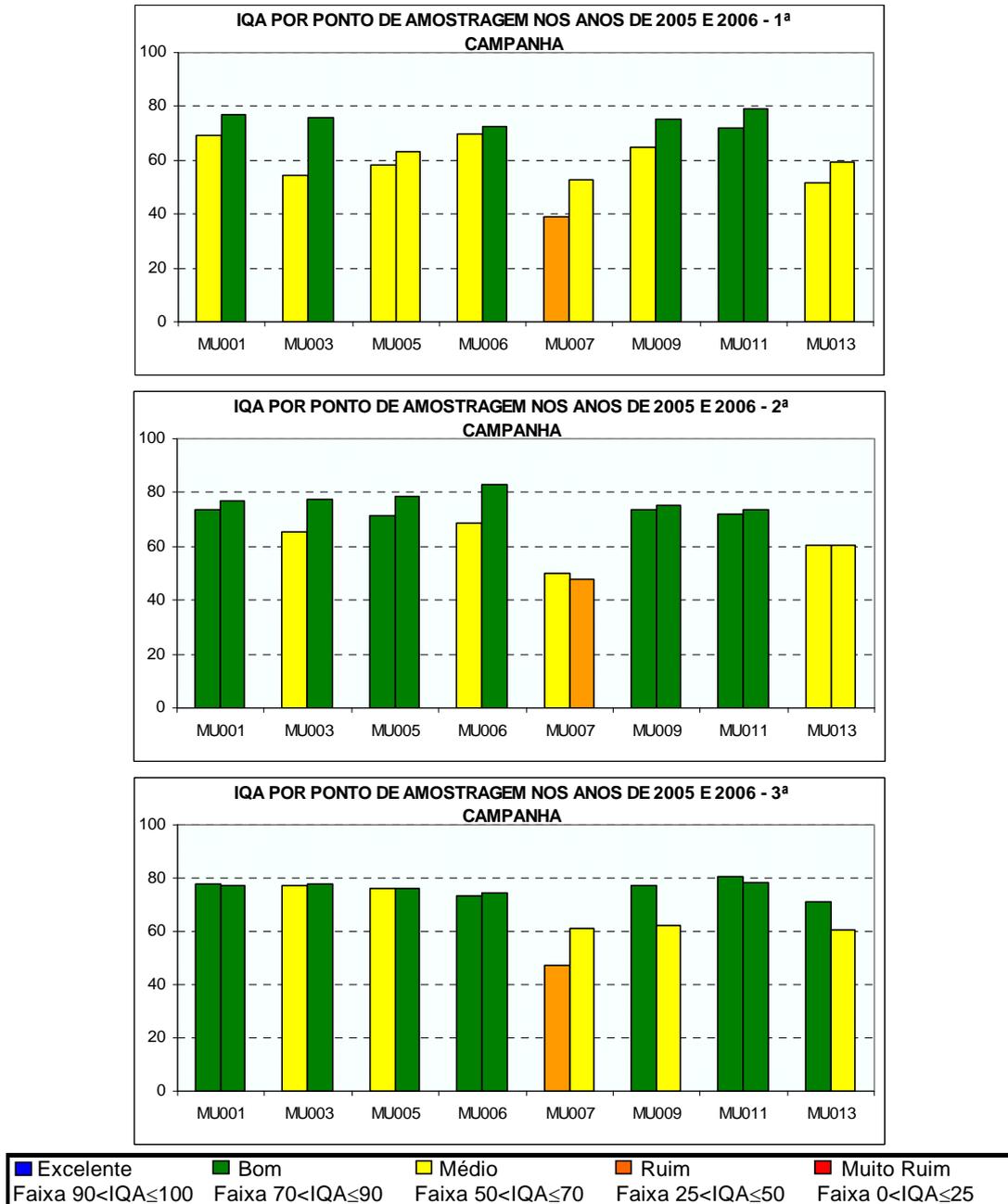


**Figura 8.12:** Média anual do IQA dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.

### BACIA DO RIO MUCURI

A Figura 8.13 apresenta o Índice de Qualidade das Águas em três campanhas de monitoramento dos anos 2005 e 2006, respectivamente, para cada estação de amostragem na bacia hidrográfica do rio Mucuri. Nesta bacia predominou o IQA Bom, com ocorrência em 50% dos pontos de monitoramento em 2006, sendo a melhor condição deste IQA observada na segunda campanha de 2006, no trecho do rio Todos os Santos monitorado a montante da cidade de Teófilo Otoni (MU006). O IQA Médio ocorreu em 21,9% das estações nesta bacia e o IQA Ruim ocorreu em 3,1% das estações, sendo a pior condição de IQA Ruim observada no trecho do rio Todos os Santos monitorado a jusante da localidade de Pedro Versiani (MU007) na segunda campanha de 2006. Houve ainda a ocorrência de IQA não calculado em 25% das estações, devido à perda de amostras do parâmetro coliformes.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



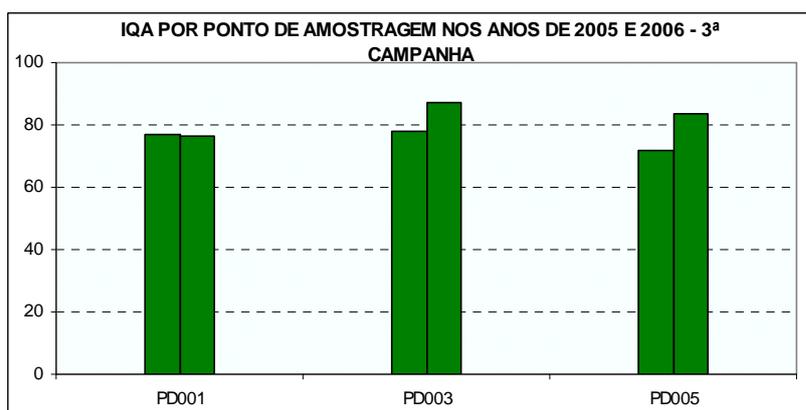
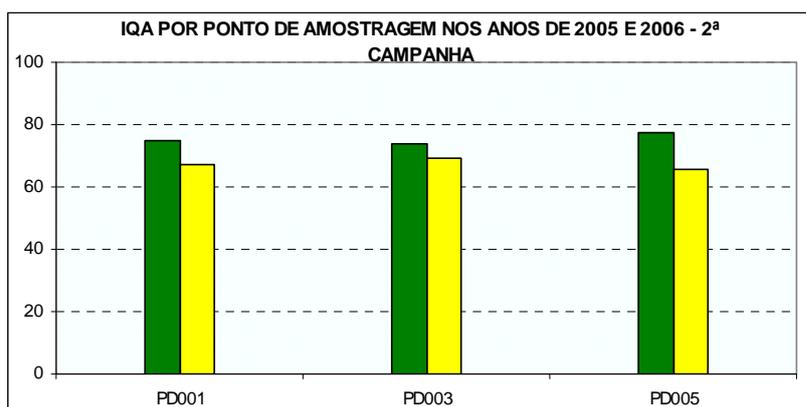
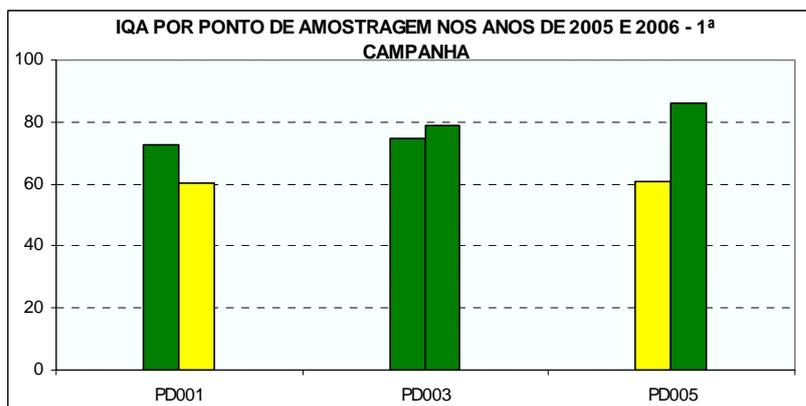
**Figura 8.13:** IQA (1ª, 2ª e 3ª campanhas) dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPGRH MU1.

### BACIA DO RIO PARDO

A Figura 8.14 apresenta o Índice de Qualidade das Águas em três campanhas de monitoramento dos anos 2005 e 2006, respectivamente, para cada estação de amostragem na bacia hidrográfica do rio Pardo. Nesta bacia predominou a ocorrência de IQA Bom em 2006, situação que vêm ocorrendo ao longo dos anos, sendo a melhor condição deste IQA observada na terceira campanha no trecho do rio Pardo monitorado a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003). Houve a ocorrência de IQA Médio em 33,3% das estações,

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

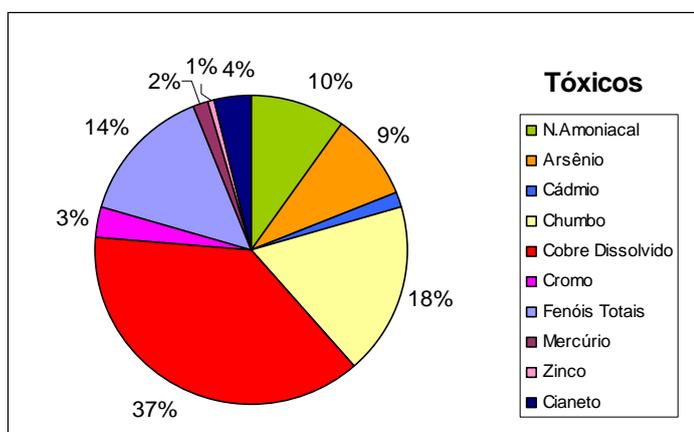
sendo a pior situação deste IQA observada na primeira campanha de 2006, no trecho do rio Pardo a jusante da foz do córrego Tingui no município de Montezuma (PD001). Houve ainda a ocorrência de IQA não calculado em 25% das estações, devido à perda de amostras do parâmetro coliformes.



**Figura 8.14:** IQA (1ª, 2ª e 3ª campanhas) dos anos 2005 e 2006, respectivamente, por estação de amostragem – UPRH PA1.

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

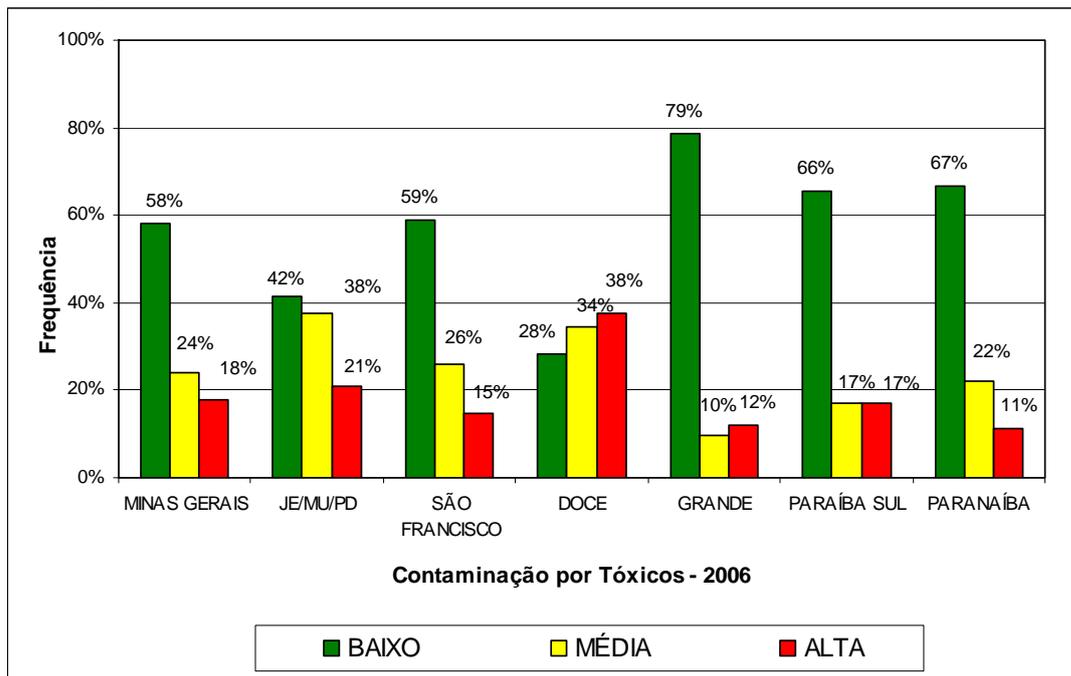
Analisando-se a Figura 8.15 pode-se perceber que o cobre dissolvido é a substância tóxica que apresentou as maiores ocorrências em desconformidade com a legislação em todo o Estado de Minas Gerais em 2006, quando cerca de 37% das análises não atenderam aos limites das classes de enquadramento dos corpos de água monitorados. Destacam-se também as ocorrências dos parâmetros chumbo total e fenóis totais, em que cerca de 18% e 14% das análises, respectivamente, não atenderam aos limites das classes de enquadramento dos corpos de água monitorados. Vale ressaltar ainda os parâmetros nitrogênio amoniacal total e arsênio total que apresentaram, respectivamente, 10% e 9% de ocorrências em desconformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº357/05.



**Figura 8.15:** Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.

Nas bacias hidrográficas monitoradas em 2006, pôde-se verificar uma piora em relação à Contaminação por Tóxicos comparativamente ao ano de 2005. Apesar disso, observa-se de forma geral o predomínio da Contaminação por Tóxicos Baixa nas bacias monitoradas em Minas Gerais, exceto na bacia do rio Doce na qual predominou a ocorrência de CT Alta, com 38% de frequência em 2006 (Figura 8.16).

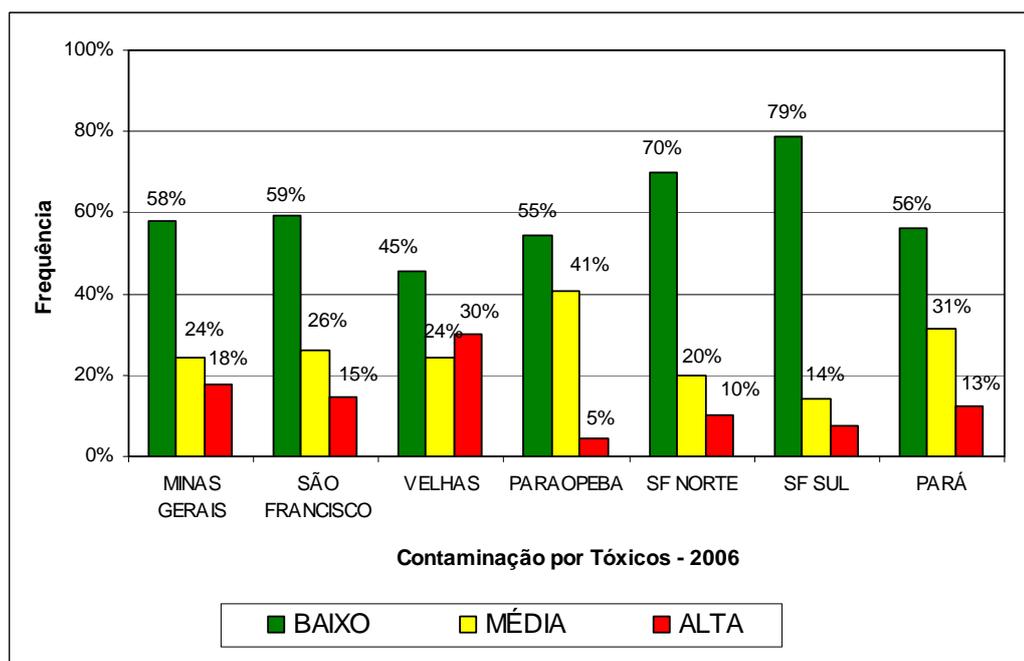
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.16:** Frequência de ocorrência de Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.

### BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Na bacia do rio São Francisco houve redução da CT Alta de 19% em 2005 para 15% em 2006, prevalecendo a condição de CT Baixa em todas as sub-bacias (Figura 8.17).

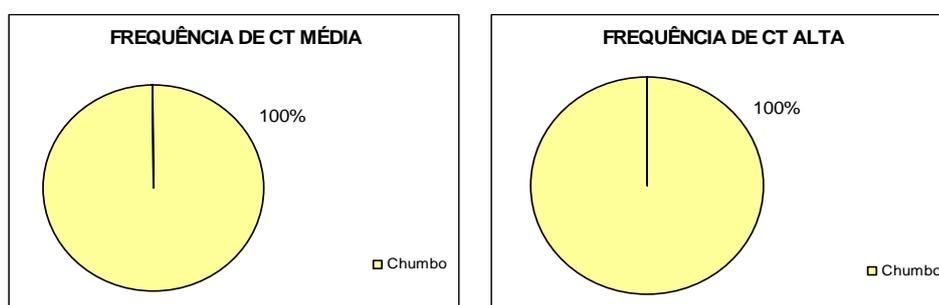


**Figura 8.17:** Frequência de ocorrência de Contaminação por Tóxicos nas sub-bacias do rio São Francisco.

As Figuras 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 2006.

### Rio São Francisco – Sul

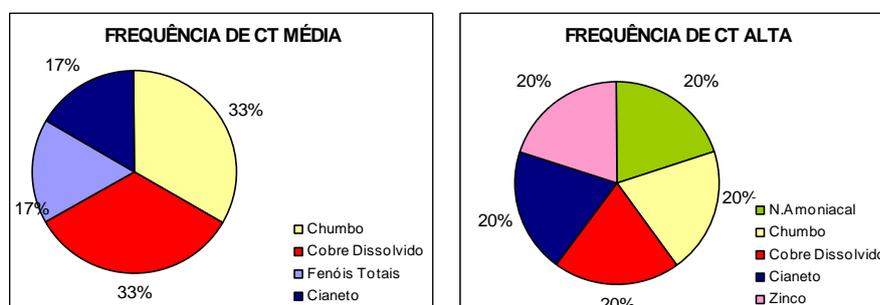
Na sub-bacia do rio São Francisco – Sul houve redução de 22% das ocorrências de CT Média, de 36% em 2005 para 14% em 2006. O parâmetro que contribuiu para a CT Média e Alta nesta sub-bacia foi o chumbo total apresentando 100% de freqüência em cada CT (Figura 8.18).



**Figura 8.18:** Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs SF1 e SF4.

### Sub-Bacia do Rio Pará

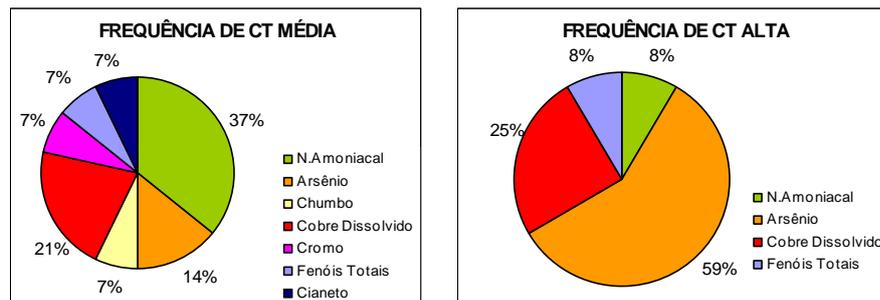
Na sub-bacia do rio Pará houve aumento da CT Média em 25% das ocorrências, de 6% em 2005 para 31% em 2006. Os parâmetros que mais contribuíram para este resultado da CT Média na sub-bacia do rio Pará foram cobre dissolvido e chumbo total, com 33% de freqüência cada um (Figura 8.19). Analogamente, verificou-se um aumento da CT Alta que apresentou 8% de freqüência em 2005 e 13% em 2006. Os parâmetros nitrogênio amoniacal total, chumbo total, cobre dissolvido, cianeto e zinco contribuíram com 20% de ocorrência cada um.



**Figura 8.19:** Freqüência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRH SF2.

### Sub-Bacia do Rio das Velhas

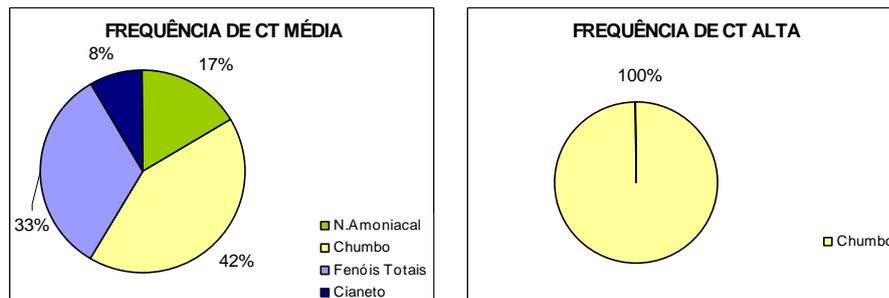
Na sub-bacia do rio das Velhas observou-se a redução da CT Média e Alta de 41% e 34% de frequência em 2005, para 24% e 30% em 2006, respectivamente. Os parâmetros nitrogênio amoniacal total e arsênio total foram os responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média e Alta na frequência de 37% e 59% das ocorrências, respectivamente (Figura 8.20).



**Figura 8.20:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRH SF5.

### Bacia do Rio Paraopeba

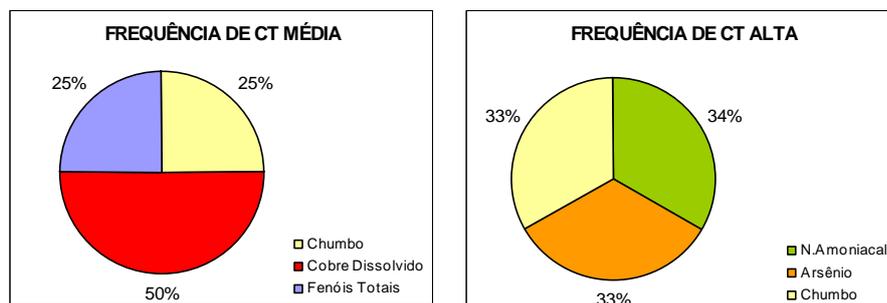
Na sub-bacia do rio Paraopeba verificou-se um ligeiro aumento na ocorrência da CT Média de 40% em 2005 para 41% em 2006. Por outro lado, a frequência da CT Alta diminuiu de 15% em 2005 para 5% no ano seguinte. O parâmetro chumbo total foi responsável pela CT Média e Alta em 2006, na frequência de 42% e 100% das ocorrências, respectivamente (Figura 8.21).



**Figura 8.21:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRH SF3.

### Rio São Francisco – Norte

Na sub-bacia do rio São Francisco – Norte observou-se a redução das ocorrências da CT Média e Alta de 28% e 20% de frequência, respectivamente, em 2005 para 20% e 10%, respectivamente, no ano seguinte. Os parâmetros responsáveis pela CT Média foram cobre dissolvido, chumbo total e fenóis totais com 50%, 25% e 25% de frequência respectivamente. Os parâmetros nitrogênio amoniacal total, arsênio total e cobre total contribuíram para a CT Alta na frequência de 34%, 33% e 33% das ocorrências, respectivamente (Figura 8.22).

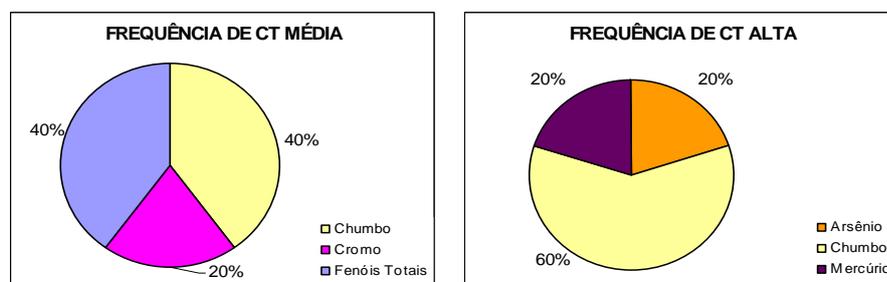


**Figura 8.22:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.

As Figuras a seguir destacam a contribuição dos parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos nas faixas Média e Alta nas demais bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais em 2006.

### BACIA DO RIO GRANDE

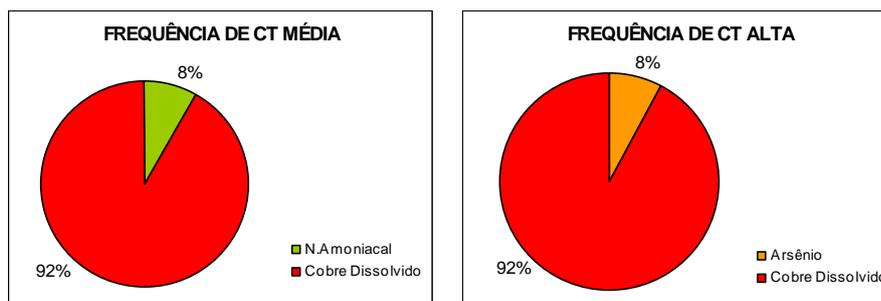
Em 2006 a bacia do rio Grande apresentou redução de 2% da CT Média e conseqüente aumento da CT Alta em 12%, em relação ao ano de 2005. Os parâmetros chumbo total e fenóis totais foram os que mais contribuíram para a CT Média em 2006, com uma frequência de 40% das ocorrências nesta bacia para cada parâmetro. O parâmetro chumbo total foi o principal responsável pela CT Alta nesta bacia, com cerca de 60% de frequência em 2006 (Figura 8.23).



**Figura 8.23:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8.

### BACIA DO RIO DOCE

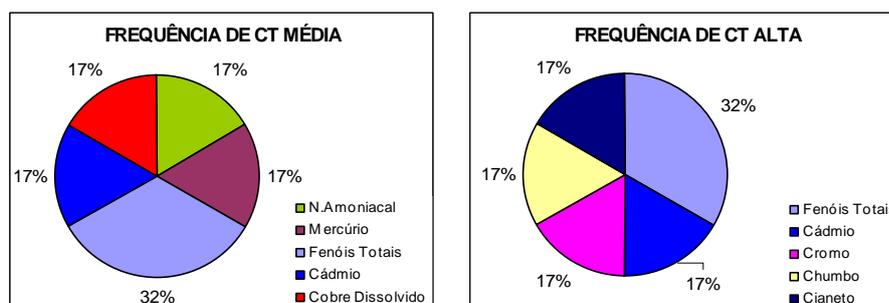
Na bacia do rio Doce houve aumento da CT Alta, de 16% em 2005 para 38% em 2006 e conseqüente redução da CT Média, de 41% em 2005 para em 34% em 2006. O parâmetro cobre dissolvido foi o responsável por 92% de ocorrências na CT Média e na CT Alta desta bacia (Figura 8.24).



**Figura 8.24:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6.

### BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

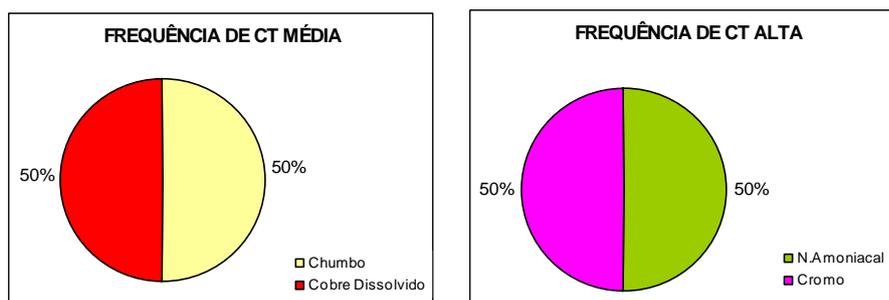
Em 2006, na bacia do rio Paraíba do Sul, houve um aumento de 3% nas ocorrências de Contaminação por Tóxicos Média e Alta em relação ao ano de 2005, perfazendo um total de 17% de frequência para CT Média e CT Alta. O parâmetro fenóis totais foi o responsável por 32% de ocorrências na CT Média e Alta em 2006 (Figura 8.25).



**Figura 8.25:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs PS1 e PS2.

### BACIA DO RIO PARANAÍBA

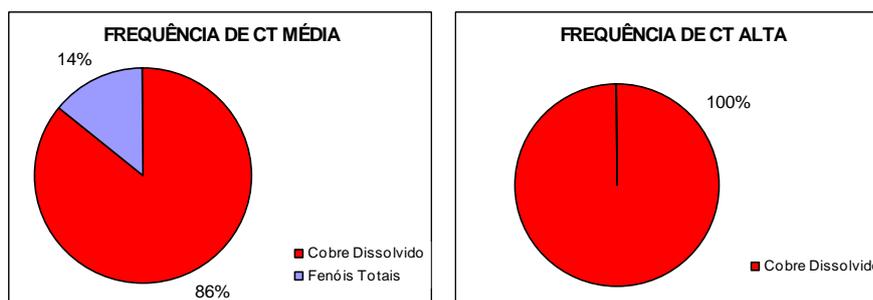
Na bacia do rio Paranaíba a CT Alta que não havia sido detectada em 2005, apresentou 11% de frequência em 2006. Os parâmetros responsáveis por este resultado foram nitrogênio amoniacal total e cromo total, com frequência de 50% para cada parâmetro. Houve redução de CT Média de 28% em 2005 para 22% em 2006 e os parâmetros que influenciaram para esta CT em 2006 foram chumbo total e cobre dissolvido, com frequência de 50% das ocorrências para cada parâmetro (Figura 8.26).



**Figura 8.26:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.

### BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

Na bacia do rio Jequitinhonha a Contaminação por Tóxicos em 2006 apresentou um resultado semelhante em relação ao ano de 2005. A CT Média passou de 38% em 2005 para de 46% em 2006. Houve uma pequena redução na ocorrência CT Alta de 38% em 2005 para 31% das estações em 2006. O parâmetro cobre dissolvido foi responsável pela CT Média e Alta na frequência de 86% e 100% das ocorrências, respectivamente (Figura 8.27).



**Figura 8.27:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta e Média – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.

### BACIA DO RIO PARDO

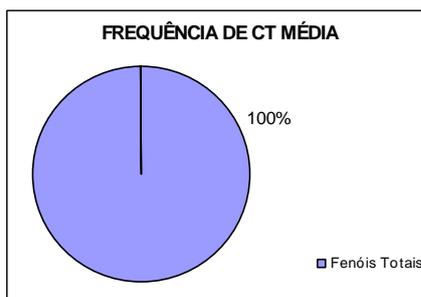
Na bacia do rio Pardo a CT Alta que não havia sido observada em 2005, apresentou 33% de frequência em 2006. Destaca-se que não houve ocorrência de CT Média em 2006, assim como no ano anterior. O parâmetro cobre dissolvido contribuiu em 100% das ocorrências da CT Alta (Figura 8.28).



**Figura 8.28:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Alta – UPGRH PA1.

### BACIA DO RIO MUCURI

Na bacia do rio Mucuri observou-se uma redução da CT Média de 50% em 2005 para 37% das estações monitoradas em 2006. A ocorrência de CT Baixa passou de 13% em 2005 para 62% das estações em 2006. Ressalta-se que não houve ocorrências de CT Alta em 2006 na bacia do rio Mucuri refletindo uma melhoria das condições de toxicidade nas águas desta bacia. O parâmetro fenóis totais foi o responsável pela CT Média na frequência de 100% das ocorrências (Figura 8.29).



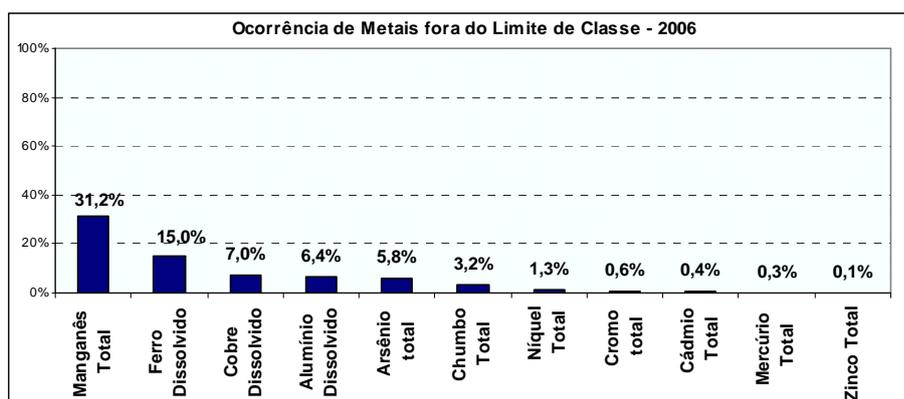
**Figura 8.29:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos Média – UPGRH MU1.

### 8.3. Parâmetros em desacordo com a legislação

#### 8.3.1. No Estado de Minas Gerais

Na Figura 8.30 pode-se observar a ocorrência de metais em desconformidade com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 no Estado de Minas Gerais em 2006. O manganês total permanece apresentando as maiores freqüências de desconformidades no Estado, totalizando 31,2% das ocorrências, com redução de 5,3% em relação a 2005. O ferro dissolvido vem em seguida, com redução de 1,9% nas ocorrências de desconformidades em relação a 2005, totalizando 15% das ocorrências em 2006. Merece destaque também o parâmetro cobre dissolvido, que em 2006 totalizou 7% das ocorrências em desconformidade com os limites permitidos pela legislação, aumento de 3% em relação a 2005. Estes metais são importantes constituintes da camada de substratos dos solos no Estado de Minas Gerais, sendo assim, podem ser considerados constituintes naturais das águas das bacias hidrográficas do território mineiro.

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



**Figura 8.30:** Freqüência da ocorrência de metais fora dos limites estabelecidos na legislação.

Em relação aos demais parâmetros monitorados, pode-se observar pela Figura 8.31 que o parâmetro coliformes termotolerantes permanece apresentando a maior freqüência de desconformidades no Estado de Minas Gerais, totalizando 45,6% das ocorrências em 2006. Ressalta-se o aumento das ocorrências do parâmetro óleos e graxas em 2006, totalizando 12,5% das ocorrências no Estado. Vale destacar ainda, as freqüências dos parâmetros turbidez e cor verdadeira, com 13,8% e 20,3% das ocorrências, respectivamente, em 2006.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

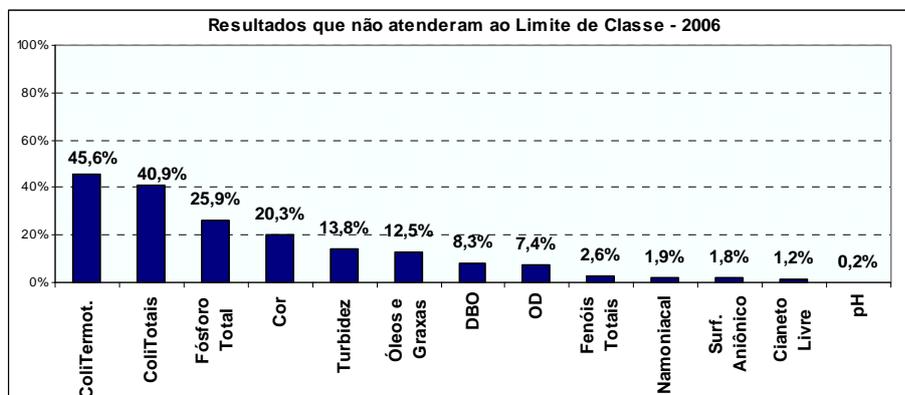


Figura 8.31: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação.

### 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 2006 serão apresentados nas Figuras a seguir. O parâmetro coliformes termotolerantes apresentou as maiores ocorrências, predominando na maioria das bacias mineiras em 2006, como por exemplo na bacia do rio das Velhas.. Na bacia do rio São Francisco – Norte e Sul, e na bacia do rio Jequitinhonha predominaram as ocorrências do parâmetro cor verdadeira. Na bacia do rio Paraopeba predominaram as ocorrências do parâmetro manganês total. Nas bacias dos rios Pardo e Mucuri predominaram as ocorrências do parâmetro óleos e graxas.

### BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

#### Sub-Bacia do Rio das Velhas

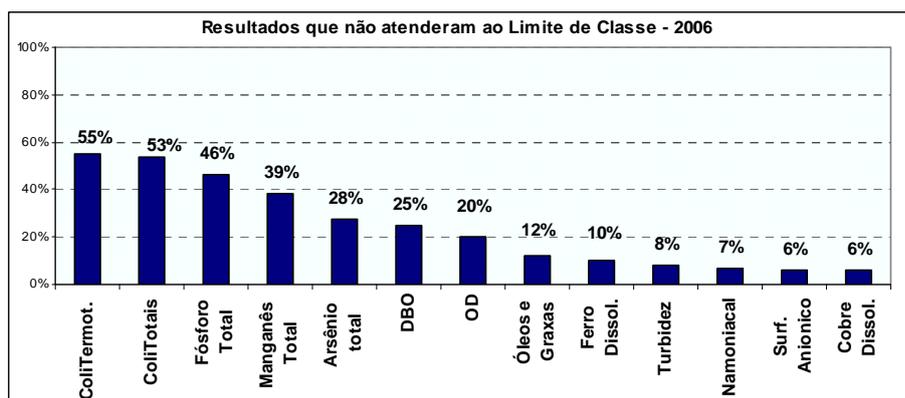


Figura 8.32: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPRH SF5.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Sub-Bacia do Rio Paraopeba

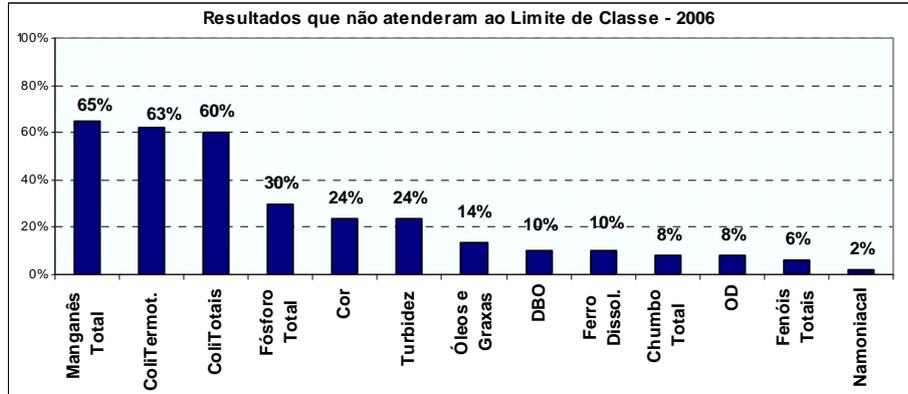


Figura 8.33: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPRGH SF3.

### Sub-Bacia do Rio Pará

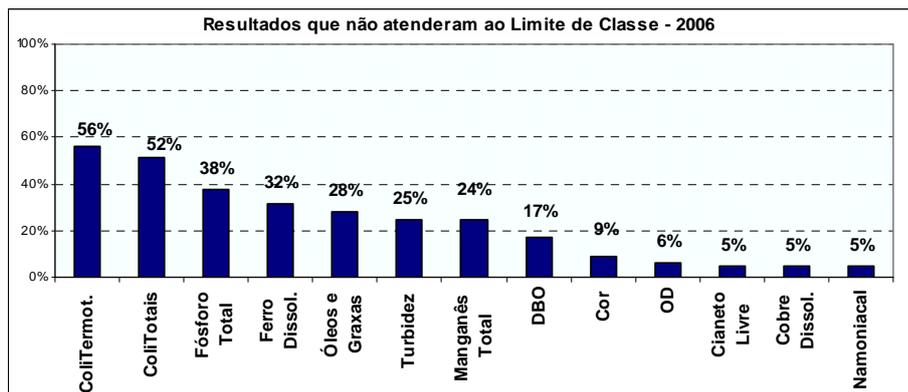


Figura 8.34: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPRGH SF2.

### Rio São Francisco – Sul

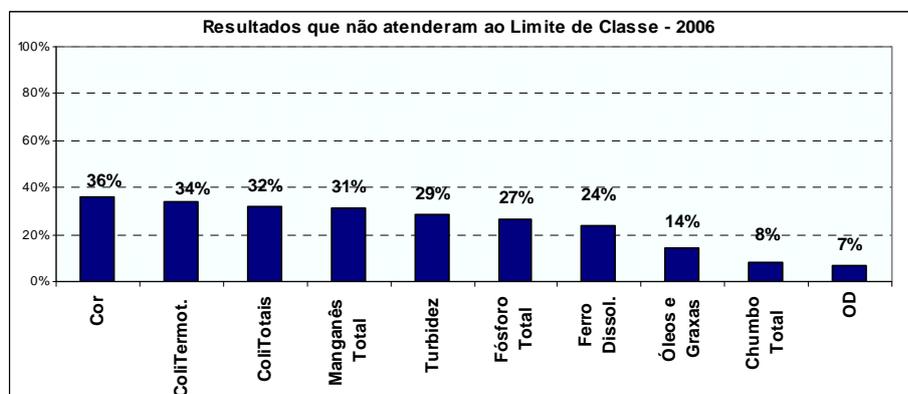


Figura 8.35: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPRGHs SF1 e SF4.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Rio São Francisco – Norte

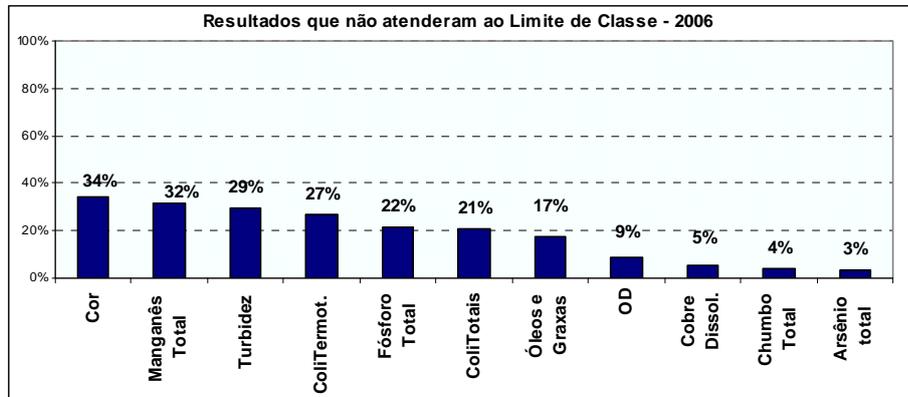


Figura 8.36: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.

### BACIA DO RIO GRANDE

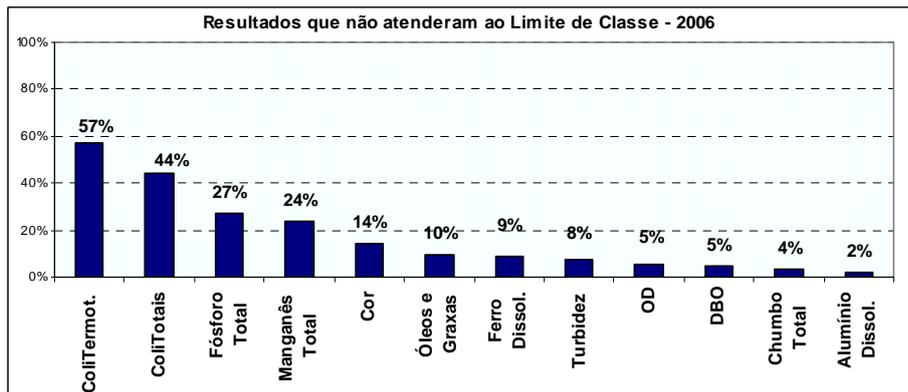


Figura 8.37: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8.

### BACIA DO RIO DOCE

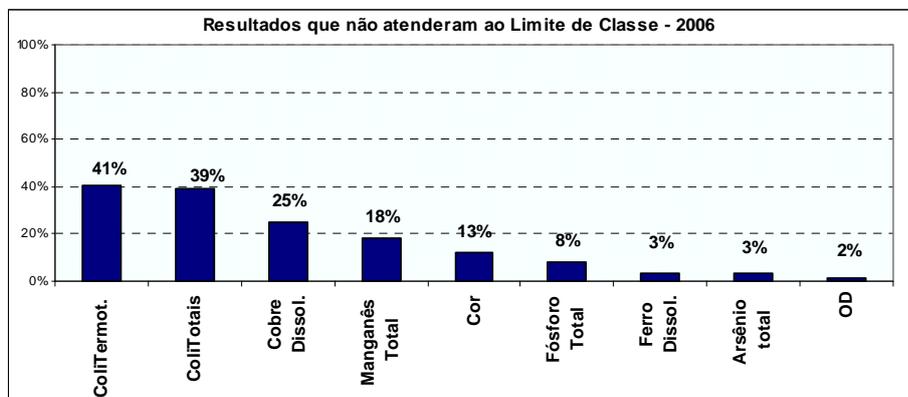


Figura 8.38: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH DO1, DO2, DO3, DO4, DO5 e DO6.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

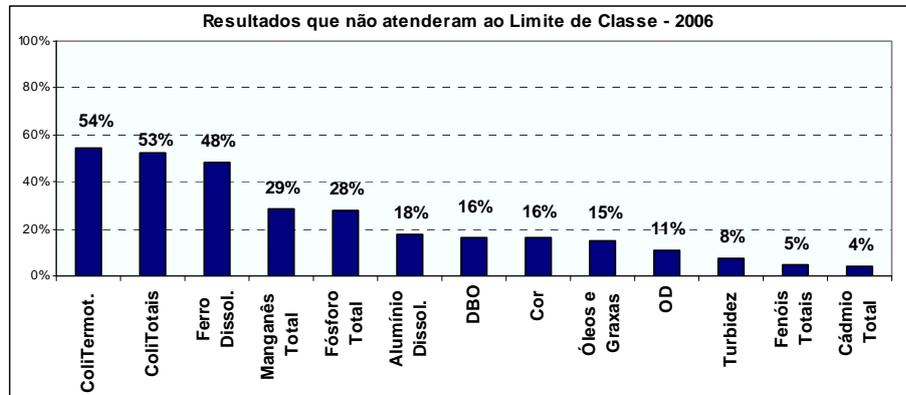


Figura 8.39: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRH PS1 e PS2.

### BACIA DO RIO PARANAÍBA

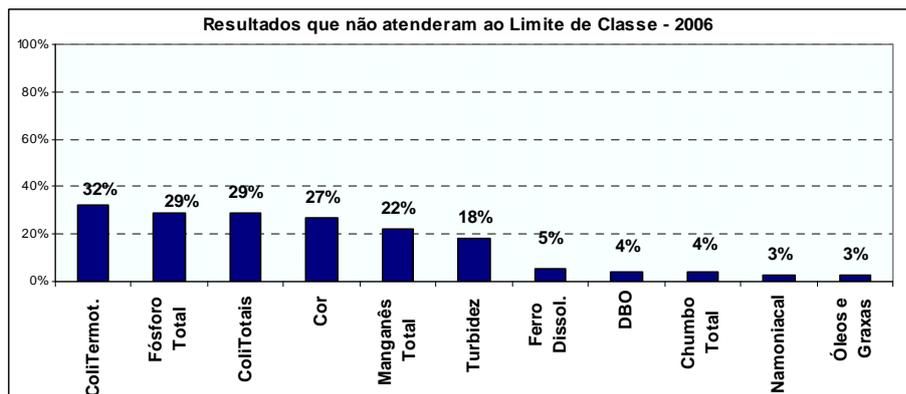


Figura 8.40: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs PN1, PN2 e PN3.

### BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

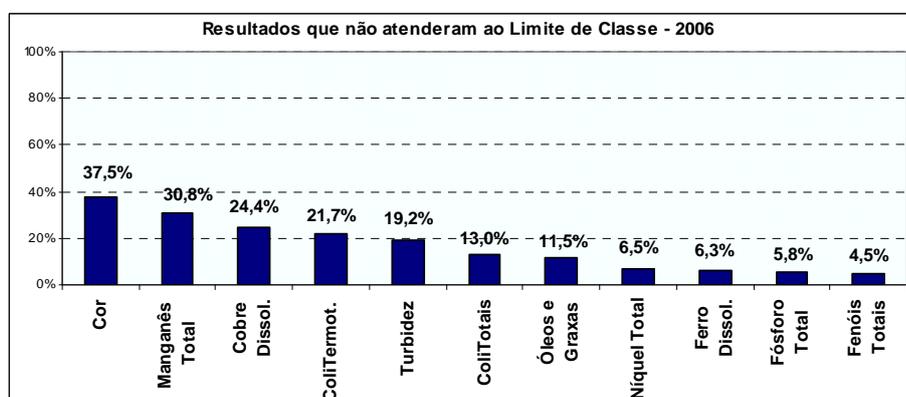
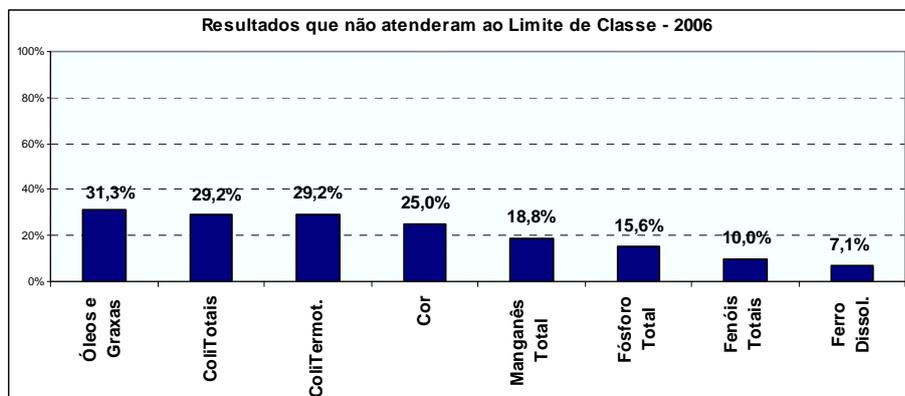


Figura 8.41: Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPGRHs JQ1, JQ2 e JQ3.

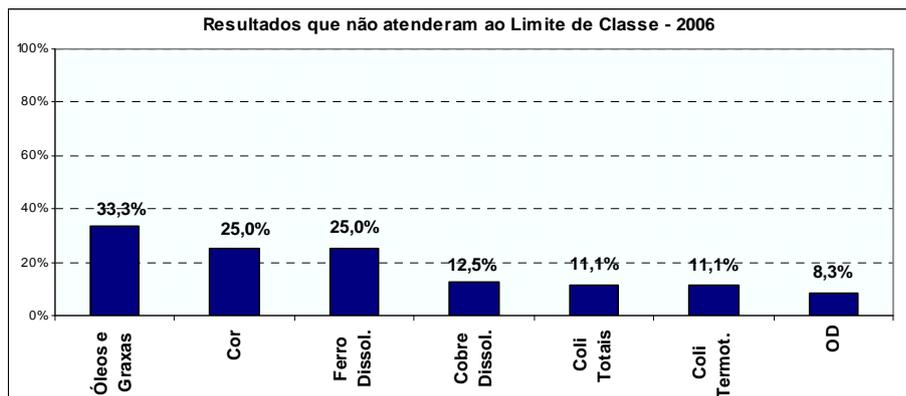
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### BACIA DO RIO MUCURI



**Figura 8.42:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPRH MU1.

### BACIA DO RIO PARDO



**Figura 8.43:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação – UPRH PA1.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### 8.4. Ensaios de Ecotoxicidade

No período compreendido entre agosto de 2003 e dezembro de 2006, foram realizados 390 (trezentos e noventa) ensaios de toxicidade crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, correspondentes a 32 estações de amostragem, com frequência trimestral.

As estações de coleta estão distribuídas da seguinte forma: 17 na bacia do rio Grande, 12 na bacia do rio Paranaíba, 2 na bacia do rio São Francisco e 1 na bacia do rio Doce. A distribuição das estações foi determinada, principalmente, em função do uso do solo nas áreas adjacentes, priorizando as bacias em que há predominância da agricultura com uso de agroquímicos.

Para a avaliação da ecotoxicidade, foram considerados os percentuais de ocorrência durante as campanhas realizadas. As estações onde efeitos ecotoxicológicos foram identificados em menos de 25% dos ensaios realizados foram caracterizadas como tendo **Baixa** ocorrência de ecotoxicidade; aquelas que apresentaram resultados positivos em 25,1 a 50% dos ensaios foram consideradas com ocorrência **Média** de ecotoxicidade e aquelas cuja porcentagem de resultados positivos foi superior a 50% foram consideradas com **Alta** ocorrência de toxicidade. Conforme apresentado na Tabela 8.1, nenhuma das estações se mostrou atóxica. Apesar de apontarem uma piora em 2006, quando foram registrados resultados positivos, as melhores condições de ecotoxicidade foram observadas no rio Verde Grande próximo de sua foz no rio São Francisco (VG011), onde apenas um dos onze ensaios realizados apresentou resultados positivos, e no rio São Domingos próximo de sua foz no rio Paranaíba (PB033), com ecotoxicidade observada somente em duas das treze amostras coletadas.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**Tabela 8.1:** Avaliação dos resultados dos testes de ecotoxicidade, entre agosto/2003 e dezembro/2006.

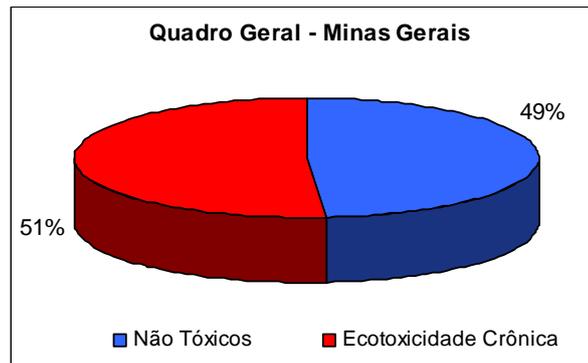
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>			
<b>Ocorrência de Toxicidade</b>	<b>Nº de ensaios</b>	<b>UPGRH GD1 - Rio Grande</b>	
M	13	BG001	Rio GRANDE na cidade de Liberdade
A	12	BG003	Rio GRANDE a montante do Reservatório de Camargos
A	13	BG007	Rio GRANDE a jusante do Reservatório de Itutinga
A	12	BG009	Rio CAPIVARI próximo de sua foz no Rio Grande
<b>UPGRH GD2 - Rio das Mortes, Grande e Jacaré</b>			
M	12	BG011	Rio das MORTES a montante da cidade de Barbacena
B	13	BG019	Rio GRANDE a montante do Reservatório de Furnas
M	12	BG021	Rio JACARÉ a montante do Reservatório de Furnas
<b>UPGRH GD4 - Rio Verde</b>			
A	13	BG028	Rio VERDE na cidade de Soledade de Minas
A	12	BG029	Rio BAEPENDI próximo de sua foz no Rio Verde
A	11	BG031	Rio LAMBARI próximo de sua foz no Rio Verde
A	13	BG035	Rio VERDE na localidade de Flora
A	12	BG036	Rio PALMELA na proximidade de sua foz no Rio Verde
<b>UPGRH GD5 - Rio Sapucaí</b>			
M	12	BG044	Rio SAPUCAÍ-MIRIM a montante da cidade de Pouso Alegre
M	13	BG047	Rio SAPUCAÍ a montante da cidade de Careaçú
M	12	BG049	Rio SAPUCAÍ a montante do Reservatório de Furnas
<b>UPGRH GD7 - Rio Grande</b>			
M	12	BG055	Rio SÃO JOÃO a montante do Reservatório de Peixoto
<b>UPGRH GD8 - Rio Grande</b>			
M	12	BG059	Rio UBERABA a montante do Reservatório de Porto Colômbia
<b>BACIA DO RIO PARANAÍBA</b>			
<b>UPGRH PN1 - Rio Paranaíba</b>			
M	12	PB003	Rio PARANAÍBA a jusante da cidade de Patos de Minas
A	13	PB007	Rio PARANAÍBA entre os Reservatórios de Emborcação e Itumbiara
A	12	PB009	Rio JORDÃO a jusante da cidade de Araguari
<b>UPGRH PN2 - Rio Araguari</b>			
A	13	PB011	Rio QUEBRA ANZOL a montante do Reservatório de Nova Ponte
M	12	PB013	Rio CAPIVARA a jusante da cidade de Araxá
A	12	PB017	Rio ARAGUARI a montante do Reservatório de Nova Ponte
M	12	PB019	Rio ARAGUARI a jusante do Reservatório de Miranda
M	11	PB023	Rio UBERABINHA a jusante da cidade de Uberlândia
<b>UPGRH PN3 - Rio Paranaíba e afluentes</b>			
M	13	PB025	Rio PARANAÍBA a jusante do Reservatório de Itumbiara
A	12	PB027	Rio TIJUCO a montante do Reservatório de São Simão
M	13	PB029	Rio da PRATA a montante do Reservatório de São Simão
B	12	PB033	Rio SÃO DOMINGOS próximo de sua foz no Rio Paranaíba
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>			
<b>UPGRH DO6 - Rio Manhuaçu</b>			
M	13	RD064	Rio MANHUAÇU em Santana do Manhuaçu
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>			
<b>UPGRH SF07 - Rio Paracatu</b>			
A	10	PT007	Rio PRETO a jusante da cidade de Unai
<b>UPGRH SF10 - Rio Verde Grande</b>			
B	11	VG011	Rio VERDE GRANDE próximo de sua foz no Rio São Francisco

**Legenda:**

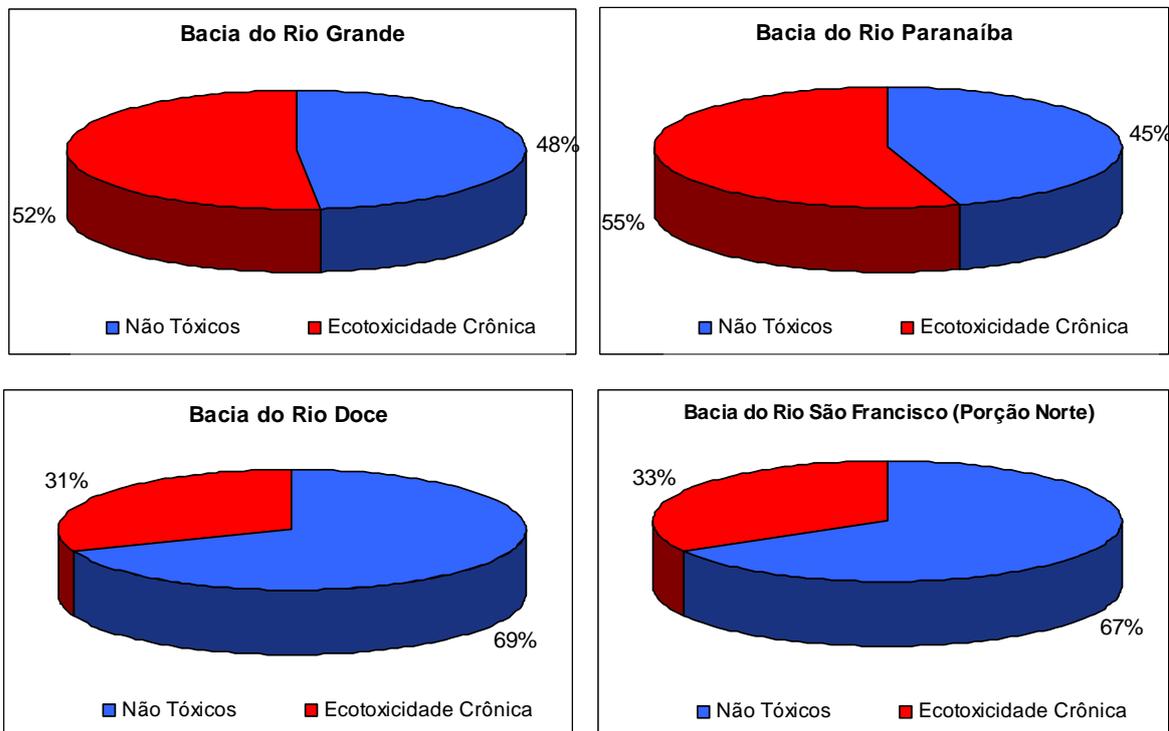
**B = Baixa Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em até 25% dos ensaios realizados**  
**M = Média Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 25,1 a 50% dos ensaios realizados**  
**A = Alta Ocorrência de Toxicidade = Resultados Positivos em 50,1 a 100% dos ensaios realizados**

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

Uma avaliação geral dos bioensaios realizados no período de 2003 a 2006 mostra que mais da metade das amostras analisadas apresentaram resultados positivos (Figura 8.44), proporção esta que se mantém para as bacias dos rios Grande e Paranaíba, mas se mostra menos expressiva para as bacias dos rios Doce e São Francisco, em sua porção norte (Figura 8.45).



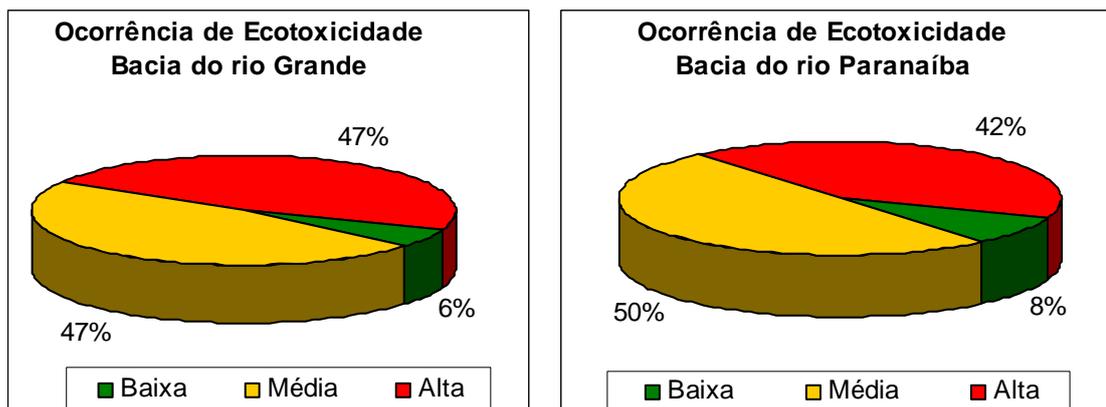
**Figura 8.44:** Percentagens de amostras não tóxicas e com ecotoxicidade crônica observadas entre 2003 e 2006, considerando as quatro bacias monitoradas.



**Figura 8.45:** Percentagens de amostras não tóxicas e com ecotoxicidade crônica observadas ao longo do monitoramento realizado entre 2003 e 2006 nas bacias dos rios Grande, Paranaíba, Doce e São Francisco.

Os bioensaios positivos resultaram em Média a Alta ocorrência de ecotoxicidade na maior parte da rede de monitoramento ecotoxicológico. Vinte e nove das 32 estações de amostragem mostraram-se potencialmente tóxicas para a biota, ou seja, tiveram resultados positivos em mais de 25% dos ensaios realizados entre 2003 e 2006 (Tabela 8.1). Dois corpos de água da bacia do rio Grande, rios Capivari próximo de sua foz no rio Grande (BG009) e Baependi próximo de sua foz no rio Verde (BG029) e o rio Tijuco a montante do reservatório de São Simão (PB027) na bacia do rio Paranaíba, destacaram-se pelas condições críticas de ecotoxicidade e, conseqüentemente, continuamente restritivas para a biota, ao apresentarem resultados positivos em dez dos doze ensaios realizados.

Comparando-se as duas bacias que concentram o maior número de estações monitoradas, verifica-se uma pequena parcela dos pontos com Baixa ocorrência de ecotoxicidade, representada, em ambas, por uma estação de amostragem. Na bacia do rio Grande, as 16 estações restantes dividem-se igualmente entre as categorias Média e Alta ocorrência de ecotoxicidade, enquanto na bacia do rio Paranaíba, a proporção de estações com Média ocorrência de ecotoxicidade é ligeiramente maior (Figura 8.46).

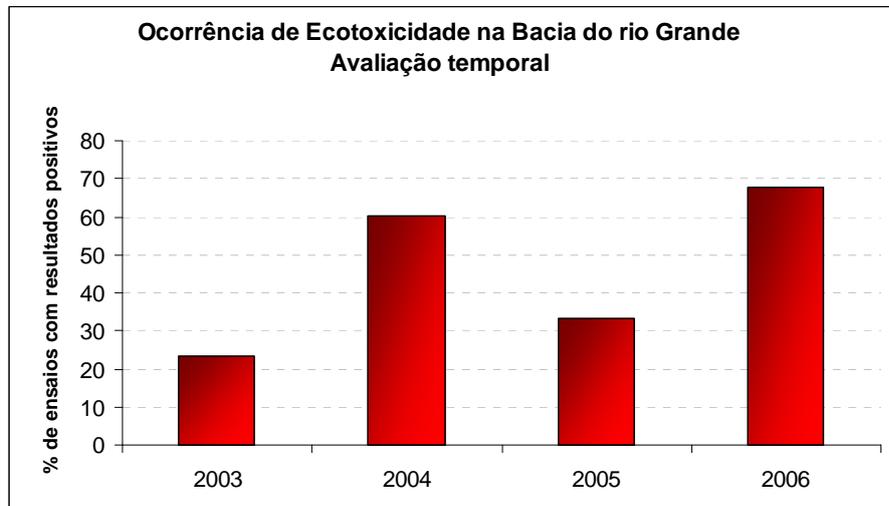


**Figura 8.46:** Porcentagem de estações com Baixa, Média e Alta ocorrência de ecotoxicidade nas bacias dos rios Grande e Paranaíba nos anos de 2003 a 2006.

Deve-se destacar que, conforme pôde ser verificado na Tabela 8.1, mostrada anteriormente, todas as estações localizadas na sub-bacia do rio Grande apresentaram alta ocorrência de ecotoxicidade, apontando um quadro de degradação ambiental avançada na UPRH GD4. Na bacia do rio Paranaíba, as estações que apresentaram alta ocorrência de resultados positivos nos ensaios com o microscutáceo *Ceriodaphnia dubia* encontram-se distribuídos nas sub-bacias monitoradas.

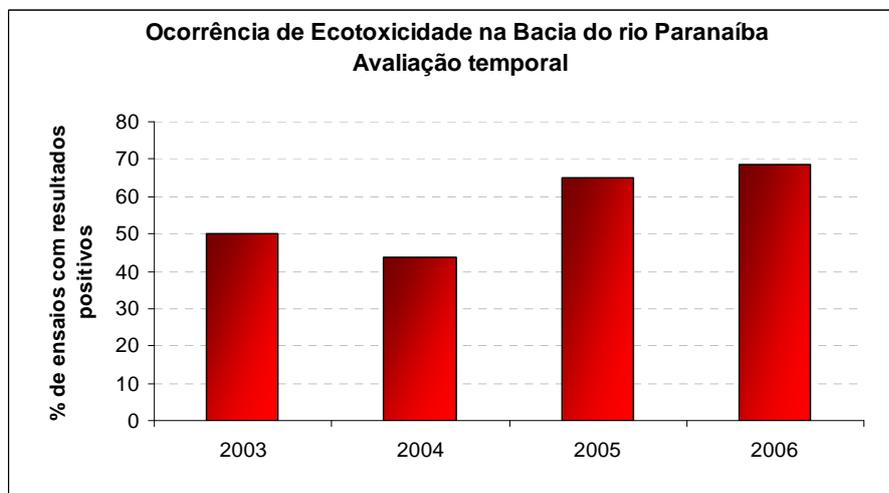
As piores condições de ecotoxicidade na bacia do rio Grande foram registradas nos anos de 2004 e 2006, quando 60% e 68% dos ensaios realizados apresentaram resultados positivos, respectivamente (Figura 8.47).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.47:** Percentuais de estações com resultados positivos de ecotoxicidade na bacia do rio Grande entre 2003 e 2006.

Os percentuais de ensaios com resultados positivos na bacia do rio Paranaíba podem ser observados na Figura 8.48. As piores condições foram observadas nos anos mais recentes, 2005 (65%) e 2006 (69%), sugerindo um aumento dos impactos ambientais nessa bacia desde o início do monitoramento ecotoxicológico.



**Figura 8.48:** Percentuais de estações com resultados positivos de ecotoxicidade na bacia do rio Paranaíba entre 2003 e 2006.

A bacia do rio Doce, representada no monitoramento ecotoxicológico do projeto Águas de Minas pelo rio Manhuaçu, apresentou Média ocorrência de ecotoxicidade, com resultados positivos observados em 31% dos ensaios. Uma tendência a condições ambientais mais restritivas para a biota também foi registrada em 2006 para essa bacia, já que, nesse ano, três das quatro amostras coletadas apresentaram ecotoxicidade crônica (Tabela 8.1).

As duas estações que representam a porção norte da bacia do rio São Francisco apresentaram condições de ecotoxicidade opostas: enquanto a estação localizada no rio Preto apresentou Alta ocorrência de resultados positivos (60% dos ensaios realizados), aquela localizada no rio Verde Grande mostrou ecotoxicidade crônica apenas na segunda campanha de 2006 (Tabela 8.1).

Em suma, os principais resultados evidenciados pelas análises de ecotoxicidade foram:

- Os testes apontaram águas com efeitos ecotoxicológicos na maioria das estações analisadas;
- Nenhuma estação apresentou-se atóxica;
- O ano de 2006 foi o que apresentou maior ocorrência de resultados positivos em todas as bacias, indicando um aumento da degradação ambiental.
- As melhores condições ecotoxicológicas foram observadas no rio Verde Grande próximo à sua foz no rio São Francisco (VG011) e no rio São Domingos próximo à sua foz no rio Paranaíba (PB033).
- Os resultados indicaram uma situação preocupante em relação à ecotoxicidade das águas na sub-bacia do rio Verde, UPGRH GD4, especialmente nos rios Capivari próximo de sua foz no rio Grande (BG009) e Baependi próximo de sua foz no rio Verde (BG029), que se mostraram constantemente restritivos para o desenvolvimento da vida aquática.
- Na bacia do rio Paranaíba, condições criticamente semelhantes foram encontradas no rio Tijuco (PB027), um importante afluente do reservatório de São Simão.

### 8.5. Concentração de Clorofila *a*

Com o objetivo de adequar o monitoramento das águas de Minas Gerais à Resolução CONAMA 357, publicada em 17 de março de 2005, o parâmetro concentração de Clorofila *a* foi incluído nas amostragens trimestrais do Projeto Águas de Minas, a partir da quarta campanha de 2006. A inclusão desse parâmetro na resolução e no monitoramento da qualidade das águas se deu pela sua importância ecológica e ambiental, já que se trata de um pigmento fotossintético e propicia uma estimativa da densidade de algas e, indiretamente, do grau de eutrofização do corpo de água.

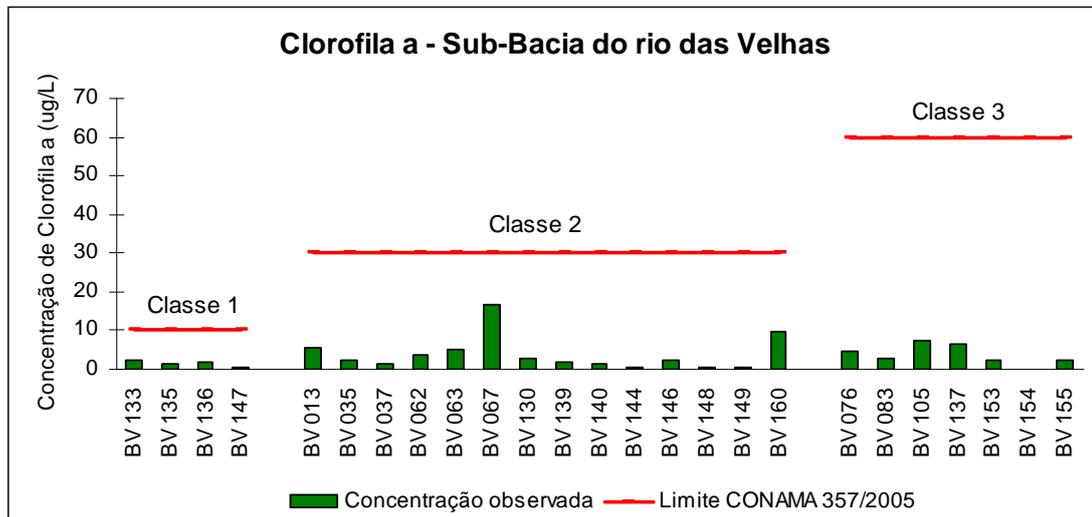
Nessa primeira coleta, a concentração de clorofila *a* foi analisada em 237 estações distribuídas nas principais bacias hidrográficas do Estado. A única bacia contemplada pelo projeto Água de Minas cujos dados não são apresentados é a bacia do rio Mucuri, devido a problemas técnicos laboratoriais. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos a seguir.

Em uma análise geral, considerando todo o Estado, verifica-se que somente 2% das estações ultrapassaram os limites estabelecidos na legislação adotada. Essa porcentagem refere-se a quatro estações localizadas em corpos de água de Classe 2, cujo limite estabelecido na legislação é de  $30\mu\text{g.L}^{-1}$ . Por outro lado, nenhuma das estações localizadas em corpos de água enquadrados nas Classes 1 ou 3 apresentou concentração de clorofila *a* acima dos limites de 10 e  $60\mu\text{g.L}^{-1}$ , respectivamente.

### BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

A bacia do rio São Francisco, maior e mais importante do Estado, foi avaliada separadamente através das sub-bacias dos rios das Velhas, Pará e Paraopeba, e das regiões denominadas São Francisco - Norte (sub-bacias dos rios Paracatu, Uruçua e Verde-Grande e o rio São Francisco após a represa de Três Marias) e São Francisco - Sul (rio São Francisco e afluentes até a represa de Três Marias).

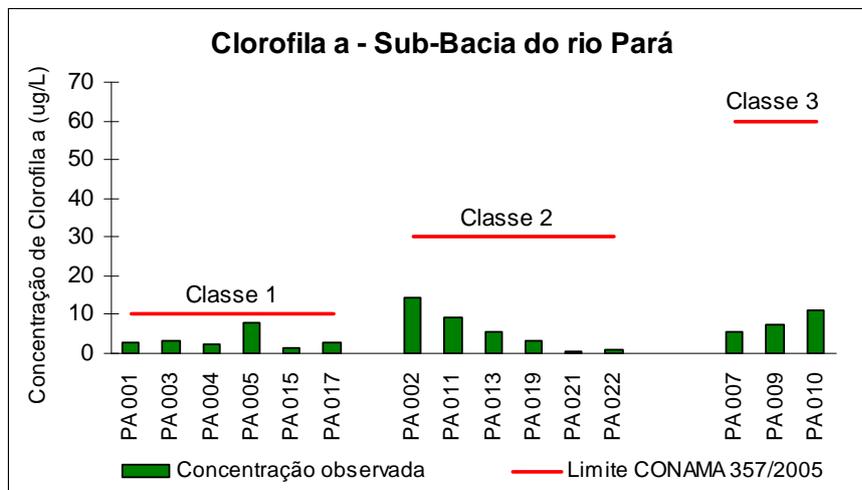
Na sub-bacia do rio das Velhas, os teores de clorofila *a* foram avaliados em 25 estações de amostragem. Conforme pode ser verificado na Figura 8.49, os resultados obtidos mostram que em nenhuma delas, a concentração de clorofila *a* ultrapassou os limites estabelecidos na legislação, independente da classe de uso. Apesar disso, a estação localizada no rio das Velhas a montante do ribeirão Sabará (BV067) merece maior atenção na continuidade do monitoramento, já que se destacou das demais em relação a este parâmetro.



**Figura 8.49:** Concentrações de clorofila *a* observadas nas estações de amostragem da sub-bacia do rio das Velhas em 2006.

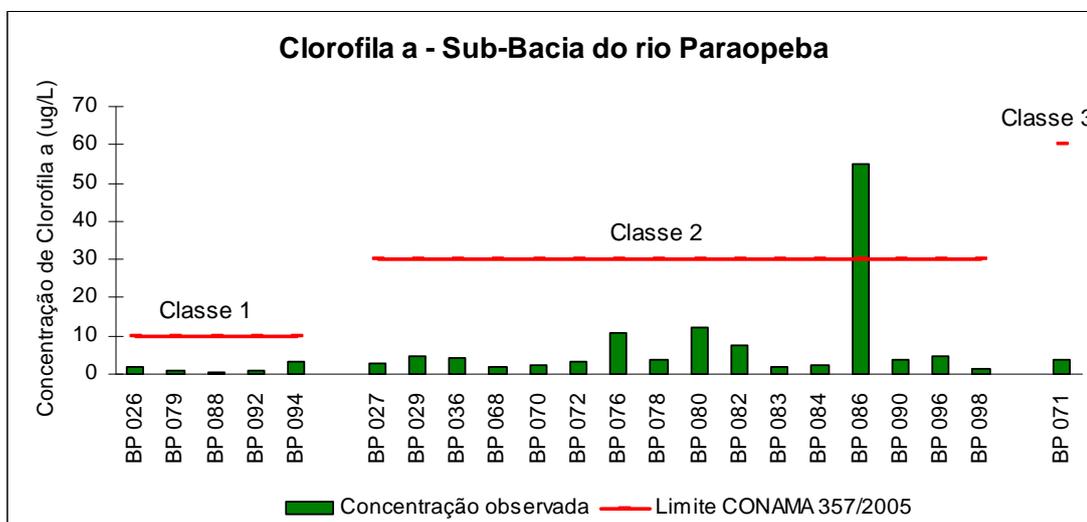
Analogamente, nenhuma das 15 estações avaliadas na sub-bacia do rio Pará apresentou valores acima dos limites legais para a concentração de clorofila *a*. No entanto, teor muito próximo ao limite ( $8,1\mu\text{g.L}^{-1}$ ) foi registrado na estação situada no rio Pará a montante da foz do rio Itapeçerica, próximo da UHE de Gafanhoto (PA005), localizada em um trecho de Classe 1, indicando elevada densidade de algas (Figura 8.50).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.50:** Concentrações de clorofila a observadas nas estações de amostragem da sub-bacia do rio Pará em 2006.

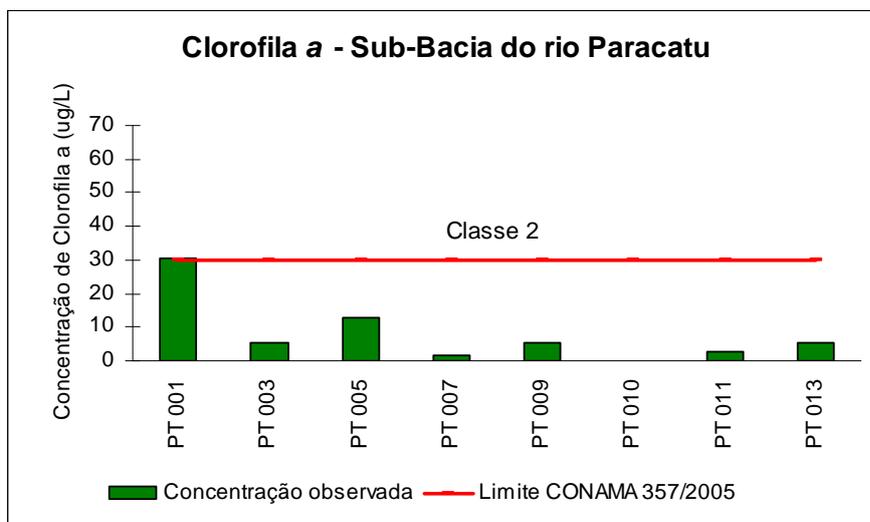
Na sub-bacia do rio Paraopeba, somente em uma das 22 estações avaliadas registrou-se violação dos limites estabelecidos na legislação vigente para o parâmetro clorofila a (Figura 8.51). Tal fato ocorreu no ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP086), onde o teor de clorofila a alcançou  $54,9\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , o que representa 80% acima do permitido pela Resolução 357/05 para águas de Classe 2.



**Figura 8.51:** Concentrações de clorofila a observadas nas estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba em 2006.

A sub-bacia do rio Paracatu apresentou apenas uma estação com concentração de clorofila a acima do limite legal, a qual está localizada no rio da Prata a jusante da cidade de João Pinheiro (PT001). Porém, os valores observados ultrapassaram o limite permitido para água de Classe 2 em apenas 2% (Figura 8.52).

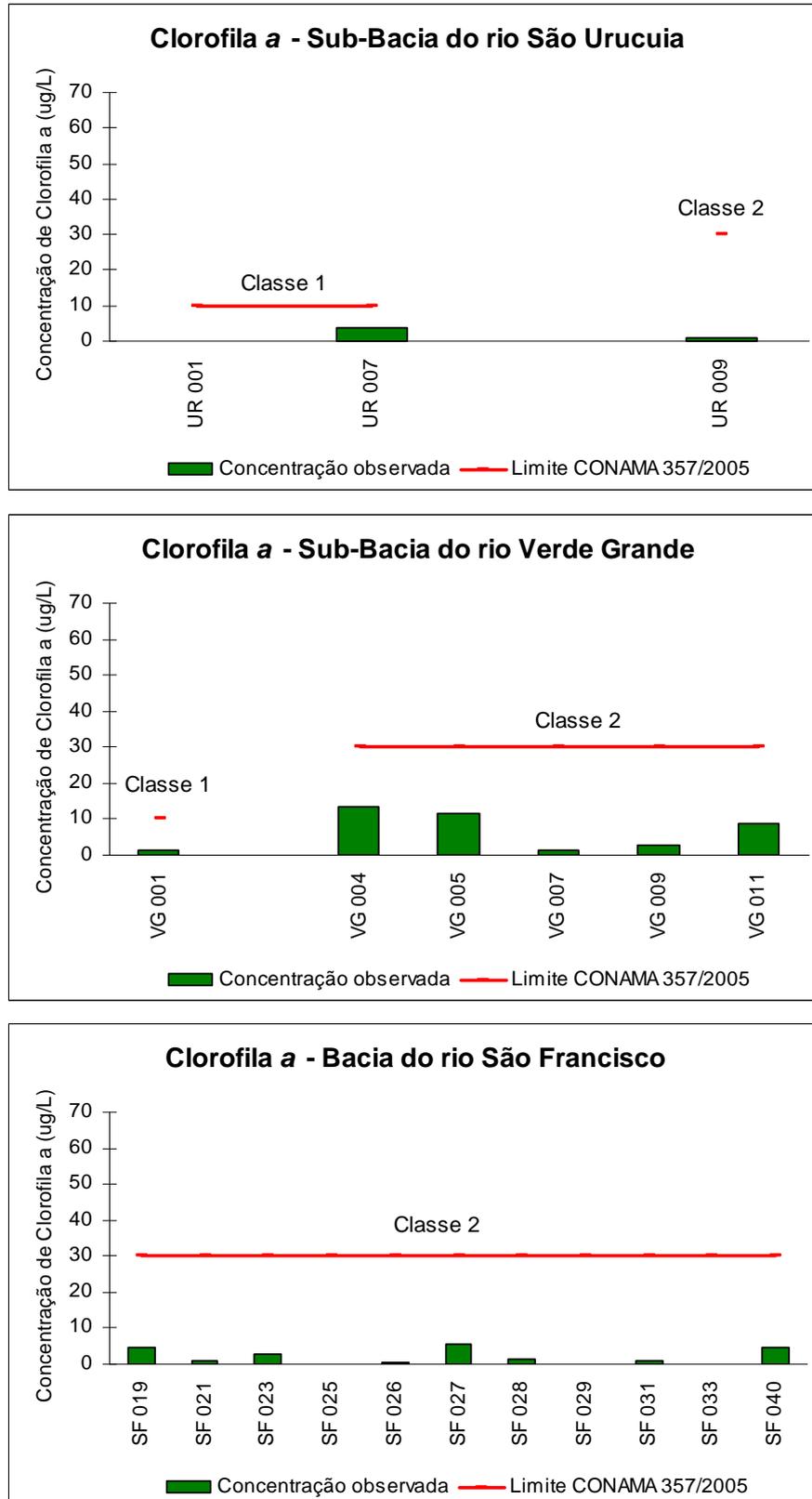
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.52:** Concentrações de clorofila a observadas nas estações de amostragem da sub-bacia do rio Paracatu em 2006.

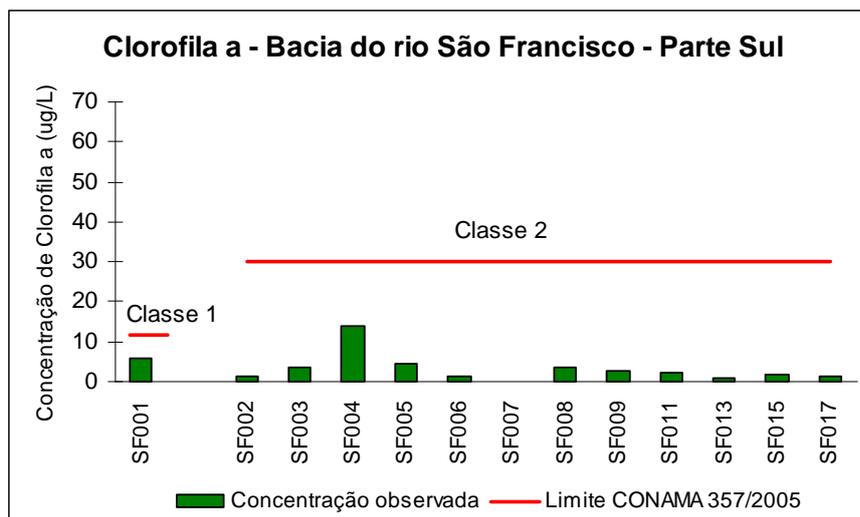
Conforme pode ser visualizado na Figura 8.53 as concentrações de clorofila a mantiveram-se abaixo dos limites legais nas sub-bacias dos rios Urucuia e Verde Grande e no Rio São Francisco, mostrando-se especialmente reduzidas nas três estações localizadas na bacia do Urucuia (entre 0 e  $0,76\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e no rio São Francisco, onde o máximo de  $5,70\mu\text{g.L}^{-1}$  foi observado na estação situada no rio São Francisco a jusante a cidade de São Francisco (SF027). Teores um pouco mais elevados de clorofila a foram registrados na sub-bacia do rio Verde Grande ( $1,53$  a  $13,62\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.53:** Concentrações de clorofila a observadas nas sub-bacias dos rios Urucua e Verde Grande e no rio São Francisco – Norte em 2006.

Na bacia do rio São Francisco – Sul a maior concentração de clorofila *a* foi observada na estação situada no rio Preto a jusante da localidade de Ilha de Baixo (SF004), onde foram registrados  $13,9\mu\text{g.L}^{-1}$  desse pigmento fotossintético. As demais estações apresentaram valores entre 0 e  $4,4\mu\text{g.L}^{-1}$  (Figura 8.54).

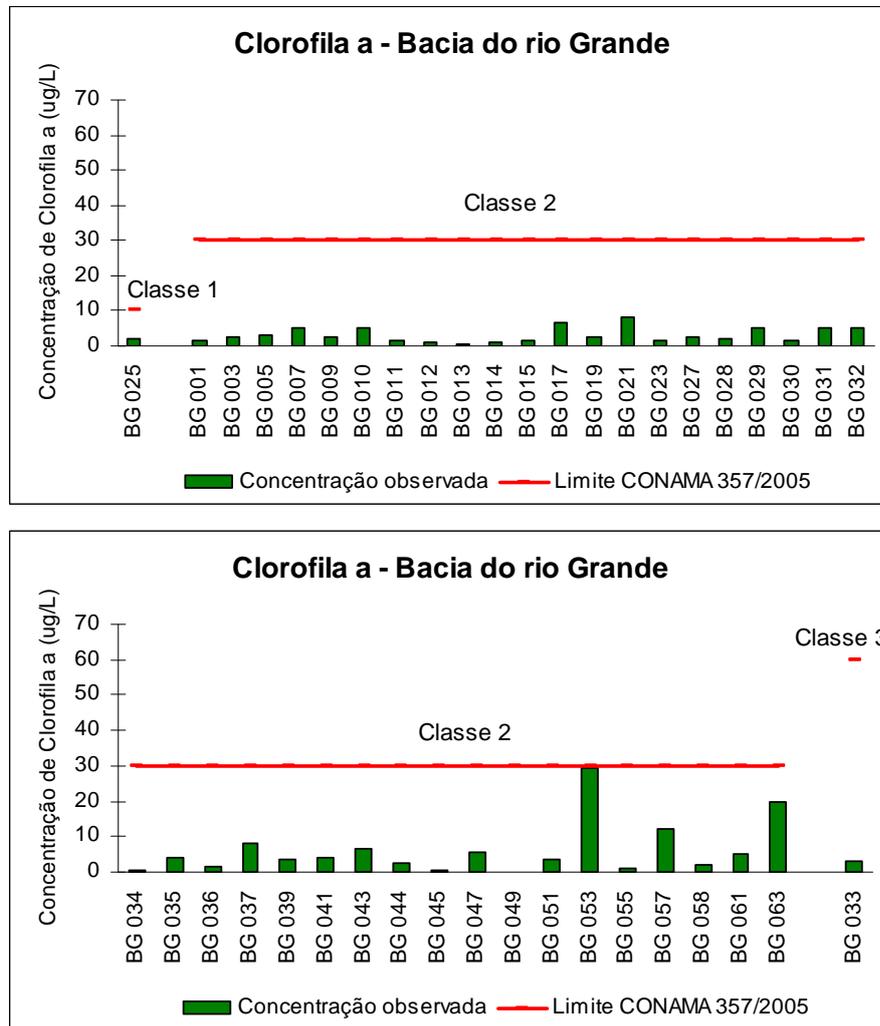


**Figura 8.54:** Concentrações de clorofila *a* observadas na bacia do rio São Francisco – Sul em 2006.

### BACIA DO RIO GRANDE

A bacia do rio Grande concentrou o segundo maior número de estações avaliadas (41). Apesar disso, nenhuma violação dos limites foi registrada (Figura 8.55). Na estação localizada no ribeirão da Bocaina a jusante da cidade de Passos (BG053), foram observados  $29,5\mu\text{g.L}^{-1}$  de clorofila *a*, concentração muito próxima ao limite estabelecido para águas de Classe 2. Nesta bacia, também merece destaque a estação situada no ribeirão das Antas a jusante da cidade de Poços de Caldas (BG063), que apresentou  $19,7\mu\text{g.L}^{-1}$  de clorofila *a*. As estações localizadas no rio das Mortes a jusante da cidade de Barroso (BG013), no rio do Peixe a jusante da foz do Ribeirão Vermelho (BG034), no rio Sapucaí-Mirim próximo de sua foz no Rio Sapucaí (BG045), no rio Sapucaí a montante do Reservatório de Furnas (BG049) e no rio São João a montante do Reservatório de Peixoto (BG055) apresentaram concentrações desse pigmento abaixo de  $1,0\mu\text{g.L}^{-1}$ , indicando densidades muito reduzidas de algas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

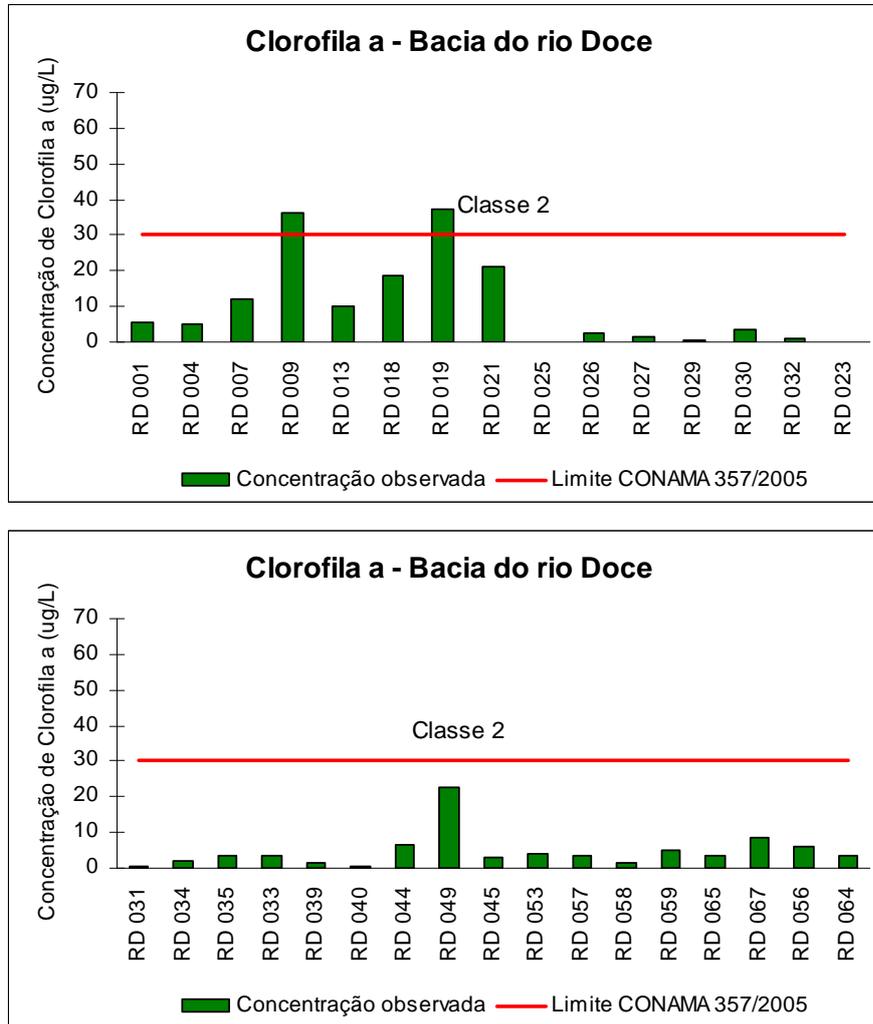


**Figura 8.55:** Concentrações de clorofila a observadas na bacia do rio Grande em 2006.

### BACIA DO RIO DOCE

Na bacia do rio Doce, a concentração de clorofila a foi avaliada em 32 estações, das quais duas não atenderam o limite estabelecido na Resolução 357/05. As violações ocorreram nas estações localizadas no rio do Carmo no distrito de Monsenhor Horta (RD009) e no rio Doce a montante da foz do rio Casca (RD019), nas quais os teores desse pigmento fotossintético ultrapassaram, respectivamente, em 21% e 23% os limites legais definidos para águas de Classe 2. Duas outras estações, situadas no rio Matipó a jusante de Raul Soares (RD021) e no rio Suaçuí Grande em Matias Lobato (RD049), chamaram a atenção por apresentarem concentrações relativamente elevadas de clorofila a ( $>20\mu\text{g.L}^{-1}$ ). No entanto, tais valores estão ainda na faixa legalmente aceita (Figura 8.56).

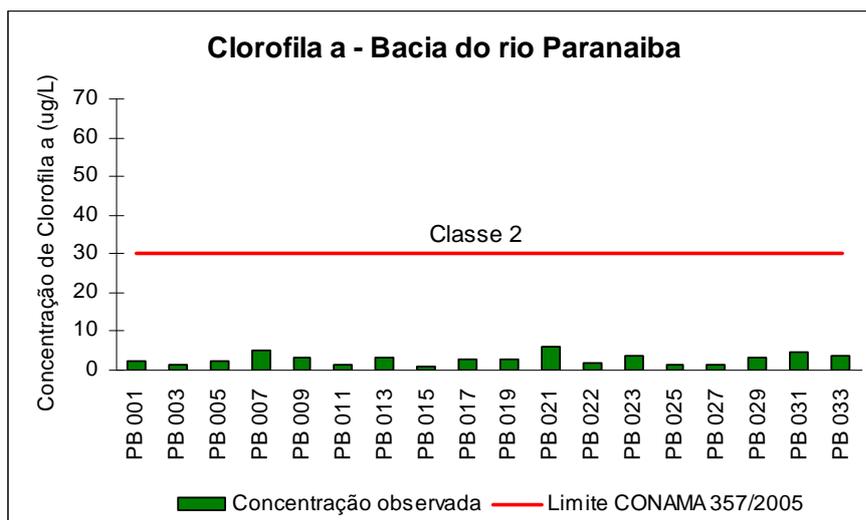
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.56:** Concentrações de clorofila a observadas na bacia do rio Doce em 2006.

### BACIA DO RIO PARANAÍBA

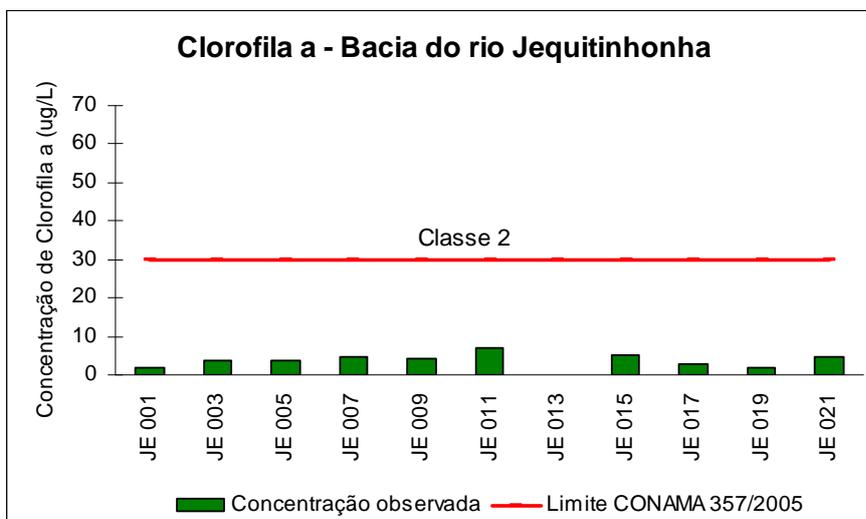
Os teores de clorofila *a* obtidos nas 18 estações avaliadas na bacia do rio Paranaíba podem ser visualizados na Figura 8.57. Nenhuma violação foi registrada, sendo o valor máximo observado de  $6,2\mu\text{g.L}^{-1}$ , no rio Araguari a montante do reservatório de Itumbiara (PB021).



**Figura 8.57:** Concentrações de clorofila *a* observadas na bacia do rio Paranaíba em 2006.

### BACIA DO RIO JEQUITINHONHA

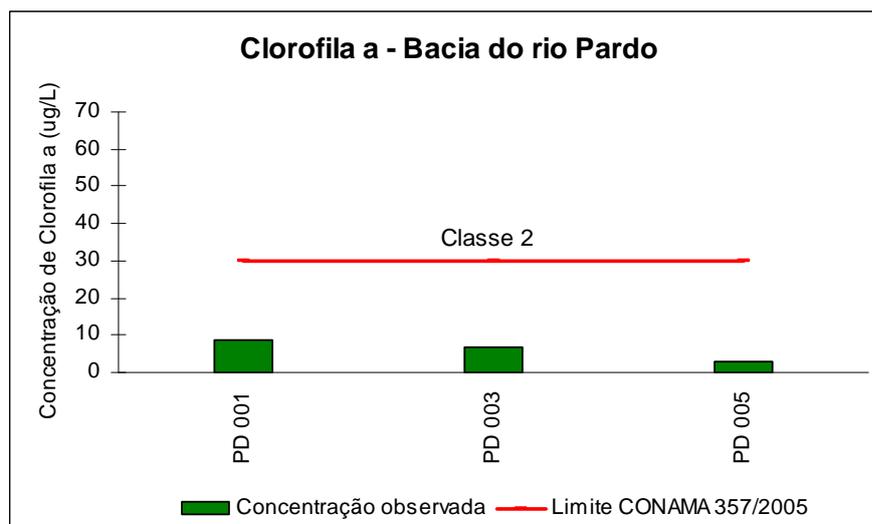
Conforme apresentado na Figura 8.58, nas onze estações monitoradas na bacia do rio Jequitinhonha, os valores de clorofila *a* se mantiveram bem abaixo do limite estabelecido na legislação vigente, variando entre  $0\mu\text{g.L}^{-1}$  no rio Araçuaí a jusante da foz do rio Itamarandiba (JE013) e  $7,12\mu\text{g.L}^{-1}$  no rio Jequitinhonha a montante da foz do rio Itamarandiba (JE011).



**Figura 8.58:** Concentrações de clorofila *a* observadas na bacia do rio Jequitinhonha em 2006.

### BACIA DO RIO PARDO

Na bacia do rio Pardo foram monitoradas três estações (Figura 8.59). Em nenhuma delas a concentração de clorofila *a* ultrapassou o limite estabelecido para águas de Classe 2. Os valores obtidos variaram entre 2,67 e 8,54 $\mu\text{g.L}^{-1}$  nas estações de amostragem localizadas no rio Pardo na cidade de Cândido Sales (PD005) e a montante da cidade de Montezuma (PD001), respectivamente.



**Figura 8.59:** Concentrações de clorofila *a* observadas na bacia do rio Pardo em 2006.

### Considerações Finais

Com base nos dados apresentados, pode-se concluir que a maioria das estações monitoradas através do Projeto Águas de Minas atendeu aos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, no que se refere às concentrações de clorofila *a*. Apenas quatro violações foram registradas nessa primeira campanha, sendo duas na bacia do rio Doce nas estações localizadas no rio do Carmo no distrito de Monsenhor Horta (RD009) e no rio Doce a montante da foz do rio Casca (RD019); uma na bacia do rio Paraopeba no trecho do ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP086) e uma na bacia do rio Paracatu na estação situada no rio da Prata a jusante da cidade de João Pinheiro (PT001). Todas as violações identificadas ocorreram em corpos de água de Classe 2.

As piores condições foram observadas no ribeirão Sarzedo (BP086), onde a concentração de clorofila *a* foi de 54,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ , 80% além do limite legal. Tal resultado reflete uma elevada densidade de algas neste corpo de água e sugere um estado avançado de eutrofização. As demais violações foram inferiores a 20%.

Apesar de não ter sido caracterizada como violação, merece destaque a elevada concentração de clorofila *a* identificada no ribeirão da Bocaina a jusante da cidade de Passos (BG053), bacia do rio Grande.

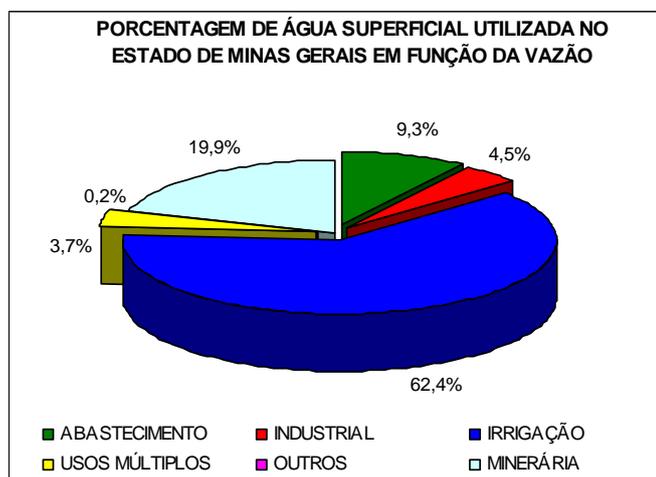
Na continuidade do monitoramento, maior atenção deve ser dada às estações nas quais se identificaram as violações ou onde a concentração de clorofila *a* se destacou das demais

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

estações da bacia. Em caso de persistência das tendências apontadas nessa primeira campanha, sugere-se a busca por fontes pontuais de poluição, especialmente, de esgoto orgânico.

### 8.6. A Situação Atual das Outorgas em Minas Gerais

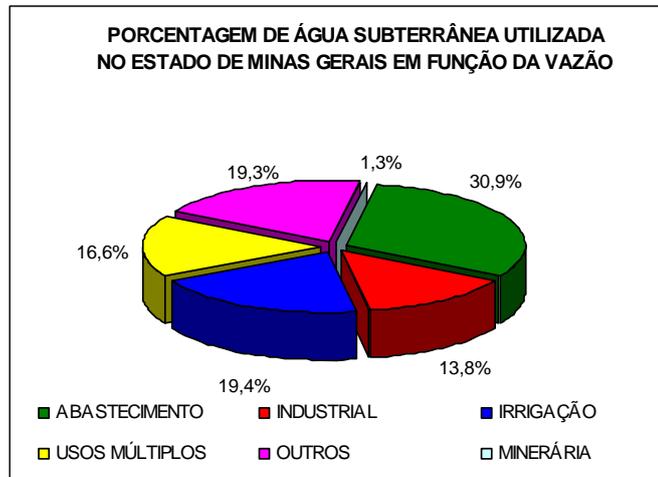
Analisando a totalidade das outorgas concedidas pelo IGAM no Estado de Minas Gerais vigentes em 2006 e utilizando como critério as vazões outorgadas, observa-se que as outorgas de águas superficiais se destinam principalmente à irrigação (62,4%) conforme pode ser observado na Figura 8.60. Os usos destinados à mineração e ao abastecimento representaram 19,9% e 9,3%, respectivamente, das vazões outorgadas. 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.



**Figura 8.60:** Porcentagem de água superficial utilizada no Estado de Minas Gerais em 2006, em função da vazão outorgada.

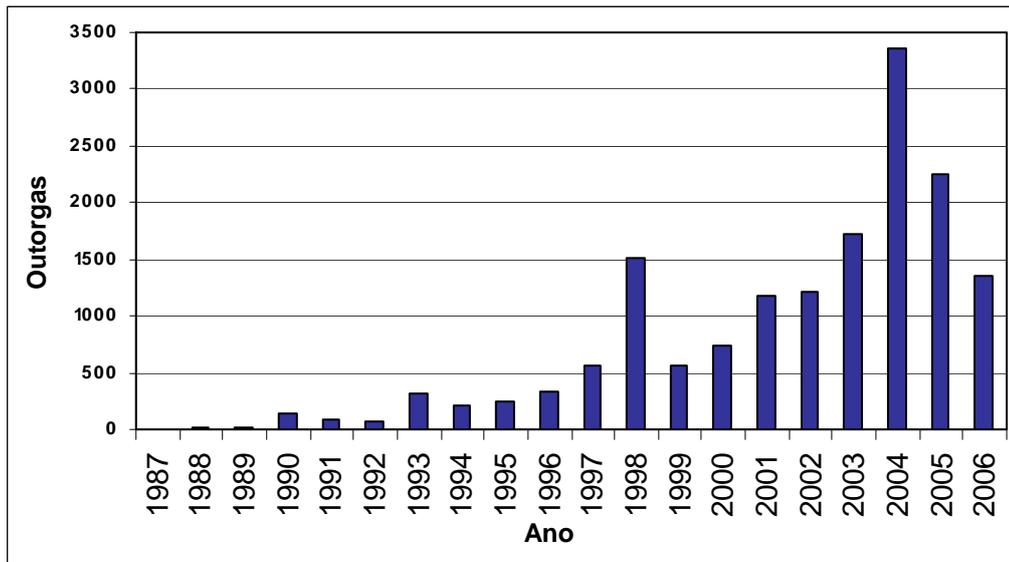
Em relação às águas subterrâneas no Estado de Minas Gerais, prevaleceram as vazões outorgadas referentes ao uso para abastecimento (30,9%), seguido pela irrigação (19,4%), outros usos (19,3%) e usos múltiplos (16,6%), conforme pode ser observado na Figura 8.61. O uso minerário representou a menor parcela de vazões outorgadas para água subterrânea (1,3%).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 8.61:** Porcentagem de água subterrânea utilizada no Estado de Minas Gerais em 2006, em função da vazão outorgada.

Na Figura 8.62 está representada a evolução das outorgas no período de 1987 a 2006.



**Figura 8.62:** Evolução das outorgas ano a ano.

A situação das outorgas em cada bacia hidrográfica será discutida no item 9.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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

O rio Paraopeba, principal corpo de água da bacia, nasce ao sul do município de Cristiano Ottoni e percorre aproximadamente 510 km, seguindo a direção N-NW, até a sua foz no lago da represa de Três Marias, no município de Felixlândia. A região possui uma área que corresponde a 2,5% da área total do Estado de Minas Gerais e sedia os seguintes municípios: Belo Vale, Betim, Bonfim, Brumadinho, Cachoeira da Prata, Caetanópolis, Casa Grande, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Cristiano Ottoni, Crucilândia, Entre Rios de Minas, Esmeraldas, Florestal, Fortuna de Minas, Ibirité, Igarapé, Inhaúma, Itatiaiuçu, Jeceaba, Juatuba, Mar de Espanha, Marilac, Materlândia, Moeda, Ouro Branco, Paraopeba, Pequi, Piedade dos Gerais, Queluzito, Rio Manso, São Brás do Suaçuí, São Joaquim de Bicas, São José da Varginha e Sarzedo.

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

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

Área de Drenagem		12.092 km <sup>2</sup>
Sede municipal na bacia		35 municípios
População aproximada (IBGE, 2000)	Urbana	814.609 habitantes
	Rural	94.877 habitantes
Outorgas Superficiais vigentes em 2006		30,697 m <sup>3</sup> /s
Outorgas Subterrâneas vigentes em 2006		1,813 m <sup>3</sup> /s

#### Usos do Solo

A atividade minerária é desenvolvida em toda a bacia, especialmente a extração de areia, que 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. A exploração de minério de ferro e manganês concentra-se na região do Quadrilátero Ferrífero, sub-bacias do rio Maranhão e dos ribeirões Sarzedo, Contendas e Barra, alto e médio cursos do rio Paraopeba. A lavra de ardósia concentra-se 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.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



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

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 São João, em Sete Lagoas e Cachoeira da Prata, bem como no município de Paraopeba (Figura 9.2). Sobressaem-se os ramos industriais metalúrgico, têxtil, alimentício e químico.



**Figura 9.2:** Siderúrgica localizada em Gajé

Na agropecuária, a horticultura é destaque no alto e especialmente médio curso, 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 florestas de produção (silvicultura) que abastecem as siderúrgicas existentes nesta região.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

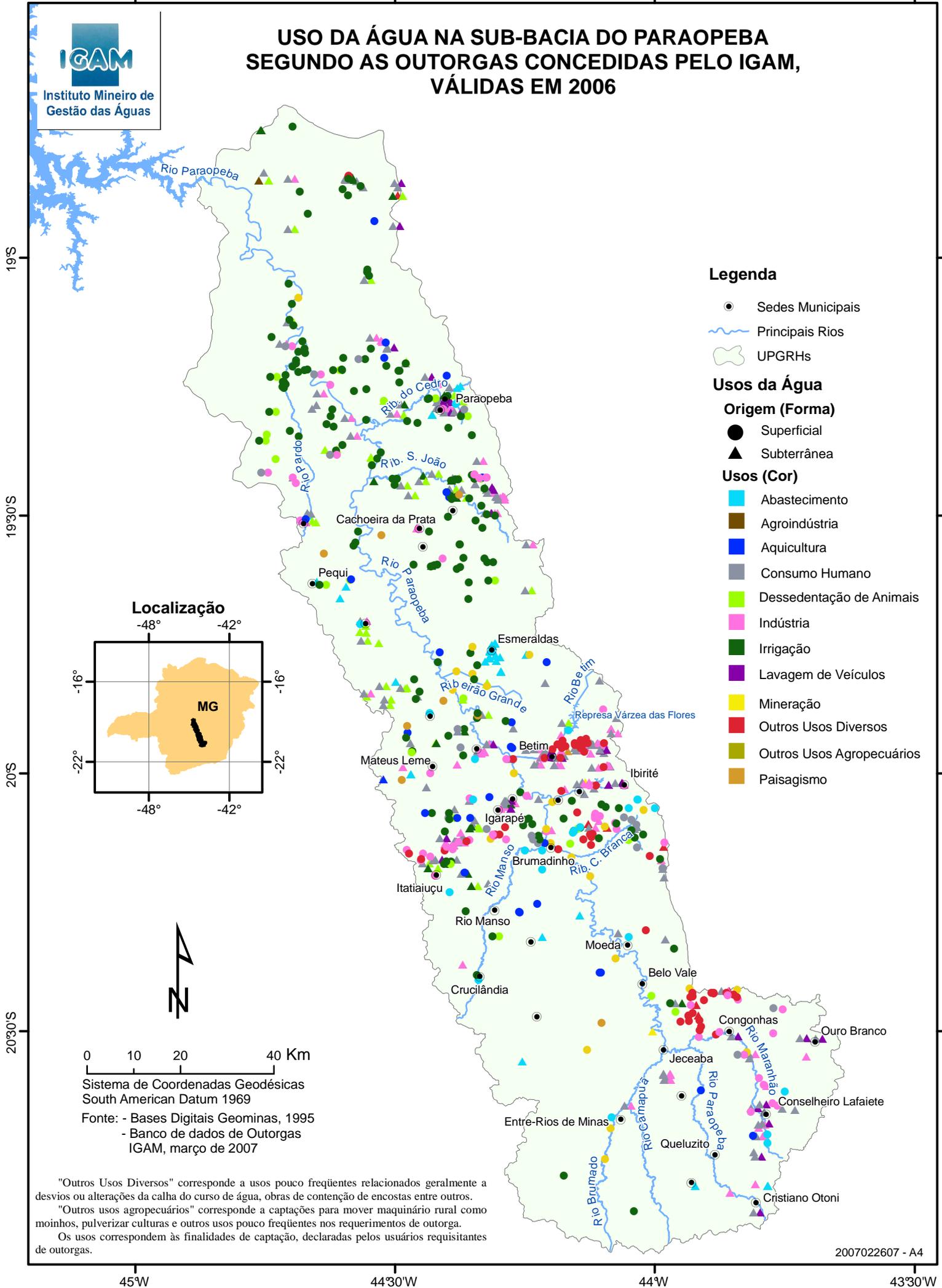
### **Usos da Água**

A 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 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 bacia do rio Paraopeba até o presente ano. Observou-se que a distribuição dos usos é bastante irregular ao longo da 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).

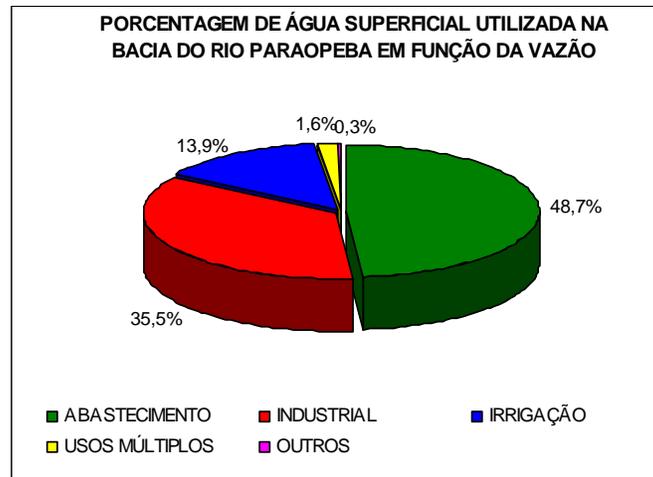
## USO DA ÁGUA NA SUB-BACIA DO PARAOPEBA SEGUNDO AS OUTORGAS CONCEDIDAS PELO IGAM, VÁLIDAS EM 2006



Mapa 9.1: Uso da água na sub-bacia do Rio Paraopeba, segundo outorgas concedidas pelo IGAM válidas em 2006.

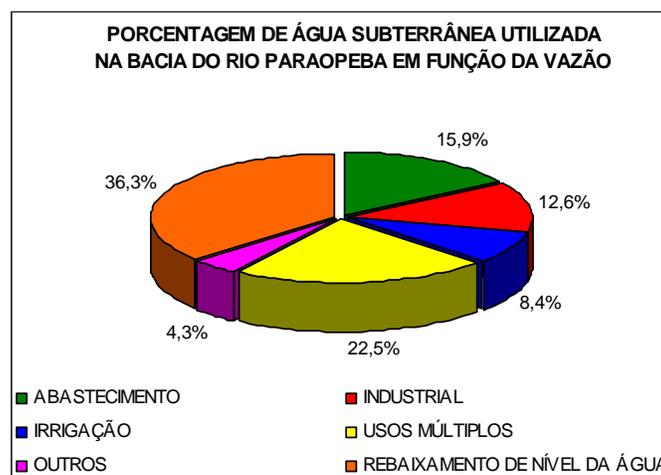
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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 ao abastecimento (48,7%), seguido do uso industrial (35,5%) e da irrigação (13,9%) (Figura 9.3). Os demais usos estão distribuídos entre usos múltiplos (1,6%) e outros (0,3%). Vale ressaltar que a categoria de usos múltiplos refere-se aos casos em que um único registro de outorga foi realizado, porém com mais de um uso declarado pelo requerente.



**Figura 9.3:** Porcentagem de água superficial utilizada na bacia do rio Paraopeba em 2006, em função da vazão outorgada

Em relação às águas subterrâneas na bacia do rio Paraopeba, prevalecem as vazões outorgadas referentes ao rebaixamento de nível de água (36,3%), usos múltiplos (22,5%), abastecimento (15,9%), uso industrial (12,6%) e irrigação (8,4%), como pode ser verificado na Figura 9.4.



**Figura 9.4:** Porcentagem de água subterrânea utilizada na bacia do rio Paraopeba em 2006, em função da vazão outorgada



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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

A Tabela 9.2 apresenta a descrição das estações de amostragem monitoradas na 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
BP026	Rio CAMAPUÃ na cidade de Jeceaba	-20	32	11	-43	58	32	840
BP027	Rio PARAOPEBA a jusante da cidade de Jeceaba, após a foz do Rio Camapuã	-20	31	18	-43	58	49	840
BP029	Rio PARAOPEBA na cidade de Belo Vale	-20	24	28	-44	01	15	800
BP036	Rio PARAOPEBA na localidade de Melo Franco	-20	11	44	-44	07	22	760
BP068	Rio PARAOPEBA no local denominado Fecho do Funil	-20	05	34	-44	12	38	720
BP070	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo, próximo a cidade de São Joaquim de Bicas	-20	02	21	-44	15	17	720
BP071	Rio BETIM próximo de sua foz no Rio Paraopeba	-19	57	49	-44	16	03	720
BP072	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Rio Betim	-19	56	52	-44	18	16	720
BP076	Ribeirão SÃO JOÃO próximo de sua foz no Rio Paraopeba	-19	25	39	-44	32	45	700
BP078	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Rio Pardo	-19	09	12	-44	40	34	650
BP079	Rio PARAOPEBA a montante da foz do Rio Pequeri	-20	36	13	-43	54	36	870
BP080	Rio MARANHÃO próximo de sua foz com o Rio Paraopeba, a jusante da cidade de Congonhas	-20	30	57	-43	54	34	850
BP082	Rio PARAOPEBA na localidade de Cachoeirinha	-19	40	02	-44	28	52	700
BP083	Rio PARAOPEBA logo após a foz do Ribeirão dos Macacos	-19	24	54	-44	33	00	700
BP084	Rio MARANHÃO na localidade de Gagé	-20	35	34	-43	48	01	900
BP086	Ribeirão SARZEDO próximo de sua foz no Rio Paraopeba	-20	03	04	-44	13	21	720
BP088	Rio BETIM a jusante do Reservatório de Vargem das Flores	-19	54	41	-44	10	24	840
BP090	Ribeirão GRANDE a montante de sua foz no rio Paraopeba	-19	48	52	-44	21	53	720
BP092	Ribeirão CASA BRANCA à montante da confluência com o Ribeirão Catarina	-20	06	07	-44	03	03	920
BP094	Ribeirão CATARINA à montante da confluência com o Ribeirão Casa Branca	-20	06	26	-44	02	53	910
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	57	676

### Qualidade das Águas Superficiais

O Mapa 9.2 apresenta a distribuição espacial das estações de amostragem monitoradas na sub-bacia do rio Paraopeba, a Contaminação por tóxicos e a média anual do Índice de Qualidade das Águas em 2006.

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

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

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

# BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPGRH SF3

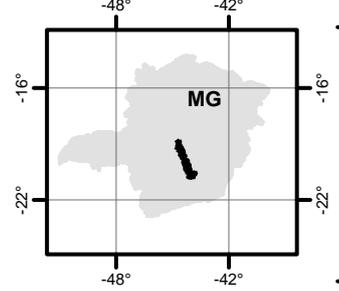
## SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA

### QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2006



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

#### LOCALIZAÇÃO



**Legenda**

- Sede Municipal

**CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS**

- Baixa
- Média
- Alta

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA**

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

**UNIDADES DE PLANEJAMENTO**

- Rio Paraopeba

1:1.100.000



Projeção: Latitude/Longitude  
Datum SAD69

Fonte: -Base Digital GeoMINAS / Prodemge, 1996  
Dados de qualidade das águas: 2006 - IGAM - CETEC  
Execução: Projeto Águas de Minas

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

2006010029 - A4 - media

Mapa 9.2: Qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Paraopeba em 2006 - UPGRH SF3.

## Enquadramento dos corpos de água da sub-bacia do rio Paraopeba

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 2006

### 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 2006, considerando-se os 22 pontos da rede básica (Figura 10.1), demonstra uma tendência de qualidade Média nas águas da Bacia do rio Paraopeba.

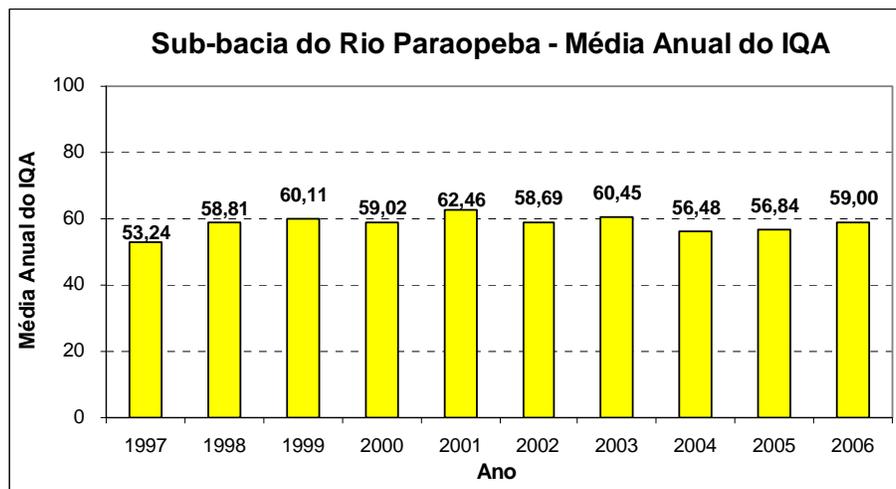


Figura 10.1: Evolução Temporal do IQA Médio na Bacia do Rio Paraopeba

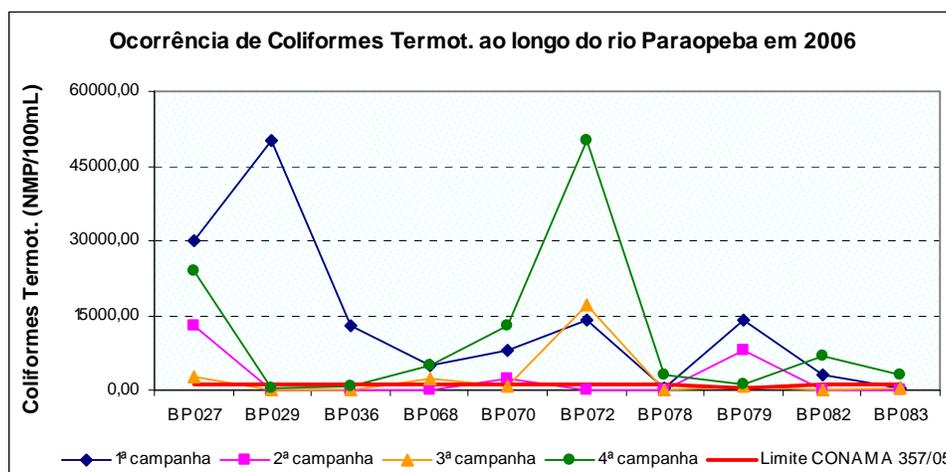
### 10.1.1 Rio Paraopeba

#### UPGRH SF3

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

A média anual de 2006 do Índice de Qualidade das Águas – IQA permaneceu no nível Médio ao longo de todo o rio Paraopeba, condição observada desde 2000. Nenhuma estação de amostragem se destacou por ocorrência de IQA Muito Ruim. As águas que mostraram pior qualidade ao longo das campanhas de 2006 foram aquelas coletadas no rio Paraopeba a jusante do rio Betim (BP072) e na localidade de São José em Paraopeba (BP082), com dois registros na faixa Ruim na primeira e quarta campanhas do ano. A situação mais favorável, em termos de IQA, foi observada nos pontos de coleta localizados no rio Paraopeba em Belo Vale (BP029), na localidade de Melo Franco (BP036) e a jusante do rio Pardo (BP078), com ocorrência de IQA no nível Bom em duas campanhas de amostragem. Os parâmetros que influenciaram os resultados de IQA foram principalmente a contagem de coliformes termotolerantes e a turbidez.

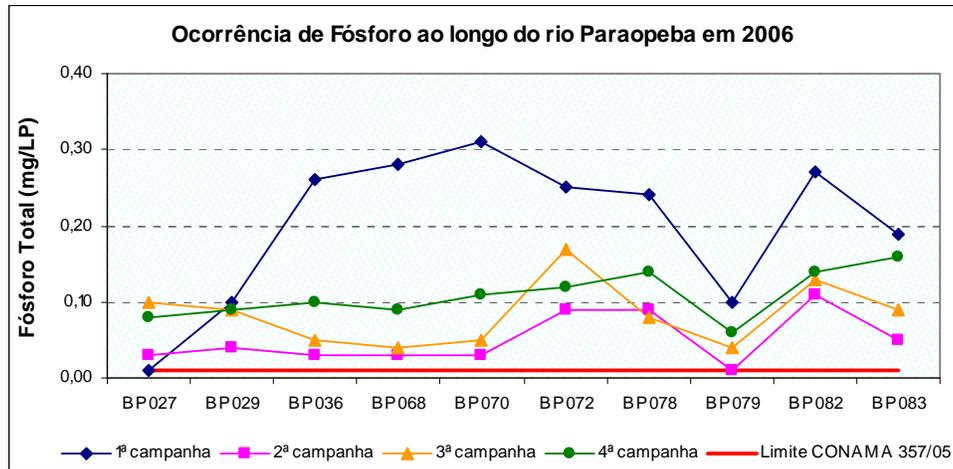
A contagem de coliformes termotolerantes ultrapassou o limite estabelecido na legislação, em pelo menos uma das quatro campanhas de 2006, em todas as estações amostradas ao longo do rio Paraopeba, como ilustrado na Figura 10.2. Os valores alcançados constituem um indicador de relevância da degradação das águas desse corpo de água em decorrência dos lançamentos de efluentes sanitários. Os trechos mais críticos foram no rio Paraopeba a jusante do rio Camapuã (BP027) e a montante da foz do rio Pequeri (BP079), que apresentaram desconformidade nas quatro campanhas de amostragem. Destacam-se os picos apresentados pelas estações localizadas a jusante do rio Betim (BP072) e na cidade de Belo Vale (BP029), no valor de 50.000 NMP/ 100mL, na primeira e quarta campanha do ano, respectivamente.



**Figura 10.2:** Ocorrência de coliformes termotolerantes ao longo do rio Paraopeba em 2006

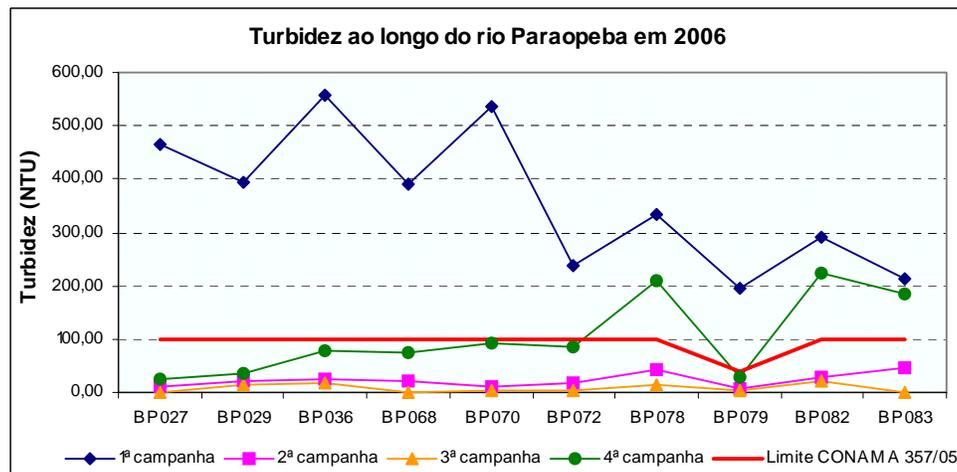
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

Em relação ao parâmetro fósforo total, em 2006, apenas as estações do rio Paraopeba a jusante do rio Camapuã (BP027), em Belo Vale (BP029) e a montante do rio Pequeri (BP079) não ultrapassaram em 20% o limite estabelecido para as concentrações deste elemento químico. Os valores desconformes apresentaram-se entre 0,14 e 0,31 mg/L P e confirmam o impacto dos lançamentos de esgotos domésticos e industriais nos corpos de água desta sub-bacia, assim como da poluição de origem difusa (Figura 10.3).



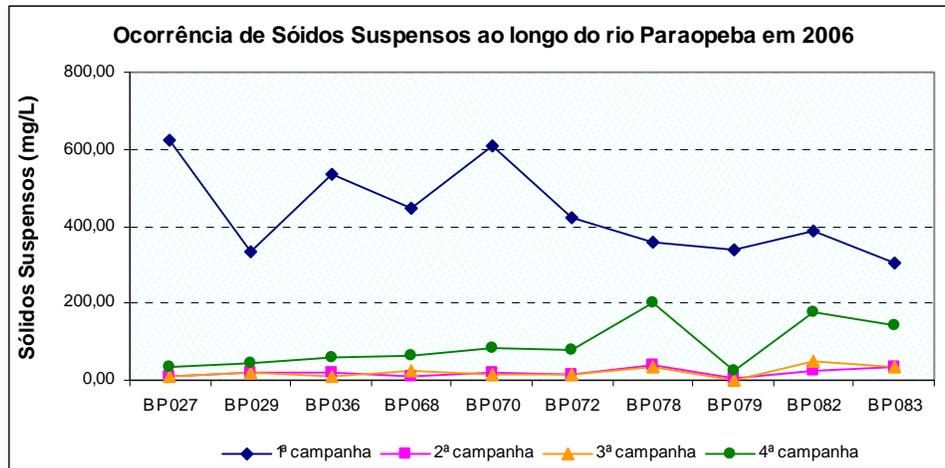
**Figura 10.3:** Ocorrência de fósforo total ao longo do rio Paraopeba em 2006

O parâmetro turbidez apresentou desconformidades em relação ao limite legal da classe de enquadramento em todas as estações de amostragem do rio Paraopeba, em pelo menos uma das campanhas de 2006 (Figura 10.4). Observou-se ainda elevada concentração de sólidos em suspensão, embora não exista um limite definido na legislação para este parâmetro (Figura 10.5). Ambos os resultados, elevados nos meses de chuva, evidenciam o carreamento de sólidos para o corpo de água em função do mau uso do solo.



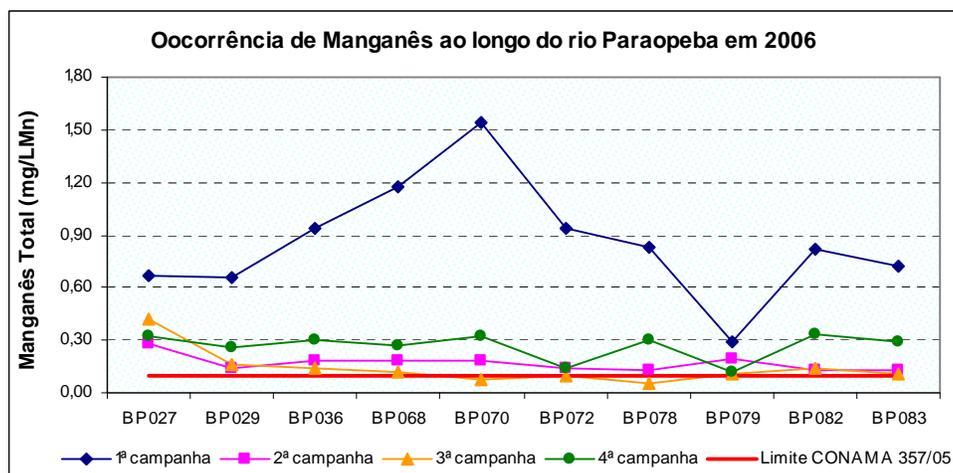
**Figura 10.4:** Ocorrência de turbidez ao longo do rio Paraopeba em 2006

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



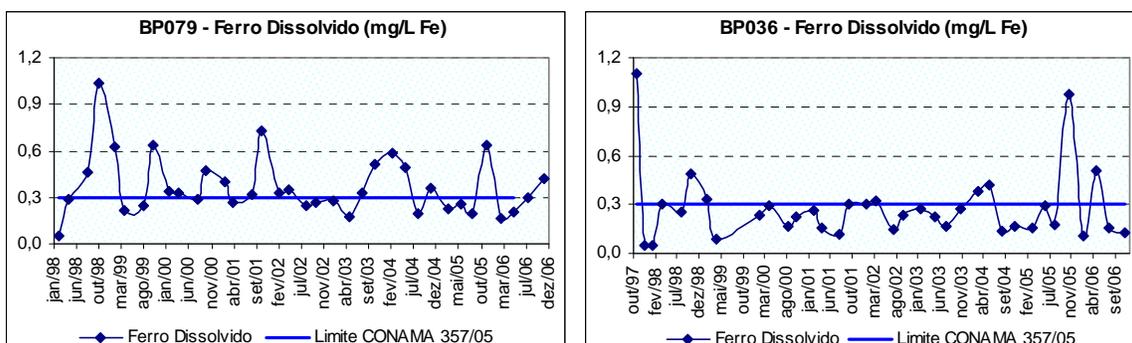
**Figura 10.5:** Ocorrência de sólidos suspensos ao longo do rio Paraopeba em 2006

A concentração de manganês total apresentou-se acima do limite estabelecido na legislação em todas as estações de amostragem do rio Paraopeba. O parâmetro ferro dissolvido também apresentou algumas ocorrências, com destaque para a quarta coleta no ponto do rio Paraopeba a jusante do rio Pardo (BP079) e na localidade de Melo Franco (BP036) na segunda campanha do ano. Nessa região, que é contígua ao Quadrilátero Ferrífero, embora haja ocorrência natural de ferro e manganês, a presença dos teores detectados desses metais nas águas é potencializada pelo manejo inadequado do solo. As Figuras 10.6 e 10.7 ilustram as desconformidades destes metais.



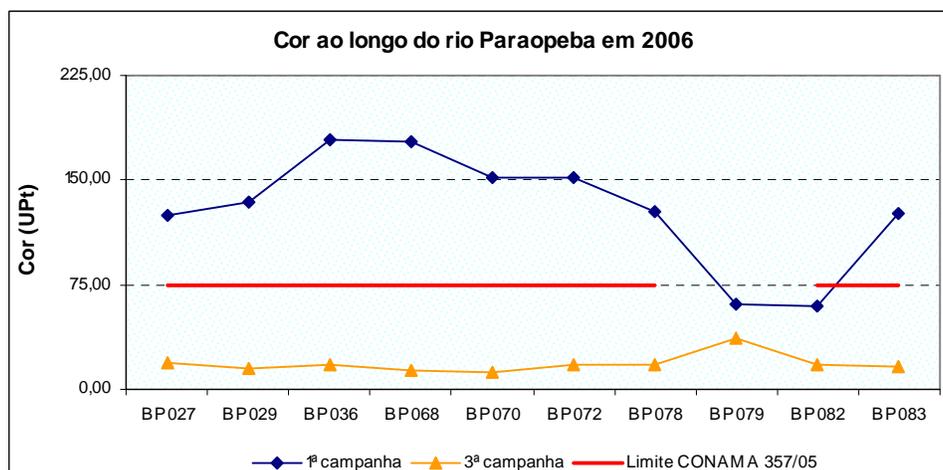
**Figura 10.6:** Ocorrência de manganês total ao longo do rio Paraopeba em 2006

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.7:** Ocorrência de ferro dissolvido no rio Paraopeba a montante da foz do rio Pequeri (BP079) e na localidade de Melo Franco (BP036) no período de 1998 a 2006

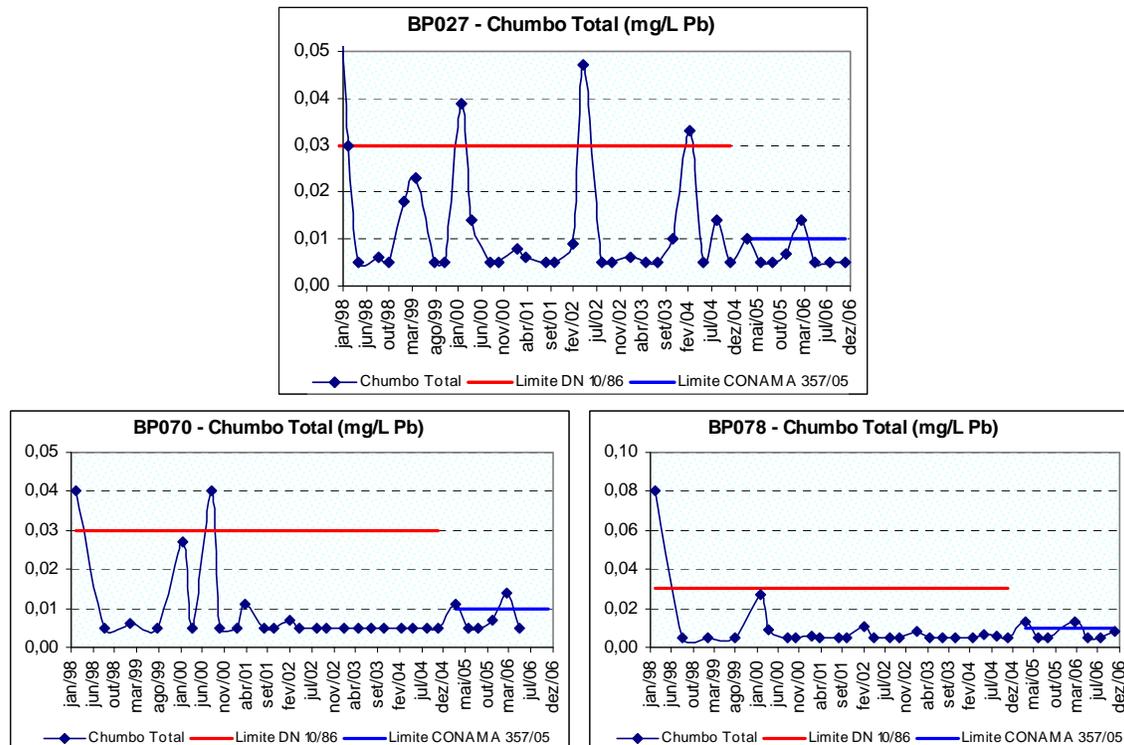
Considerando-se, como referência, o padrão de 75 mg Pt/L definido para cor verdadeira após filtragem especial de material em suspensão, os resultados obtidos encontraram-se acima deste padrão na primeira campanha anual (período chuvoso), conforme a Figura 10.8 a seguir. A cor da água pode ser consequência de metais dissolvidos como ferro e manganês, podendo também ser originada da decomposição de matéria orgânica, principalmente dos vegetais.



**Figura 10.8:** Ocorrência de cor ao longo do rio Paraopeba em 2006

Comparando-se a Contaminação por Tóxicos em 2006 observou-se melhoria em relação a 2005, uma vez que não houve ocorrência Alta, em nenhum dos trechos monitorados. Entretanto, deve-se destacar a Contaminação por Tóxicos Média no rio Paraopeba a jusante do rio Camapuã em Jeceaba (BP027), a jusante da foz do ribeirão Sarzedo em São Joaquim de Bicas (BP070) e a jusante da foz do rio Pardo (BP078), devido à presença de chumbo total em níveis superiores ao novo padrão legal instituído pela Resolução CONAMA 357/05, na primeira campanha de amostragem (Figura 10.9). O chumbo tem apresentado ocorrências ocasionais nessa região, provavelmente derivado de fungicidas e fertilizantes utilizados no cultivo de batata, comum nesta região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.9:** Ocorrência de chumbo total no rio Paraopeba na cidade de Jeceaba (BP027), a jusante da foz do ribeirão Sarzedo (BP070) e a jusante da foz do rio Pardo (BP078) no período de amostragem

### 10.1.2 Rio Maranhão

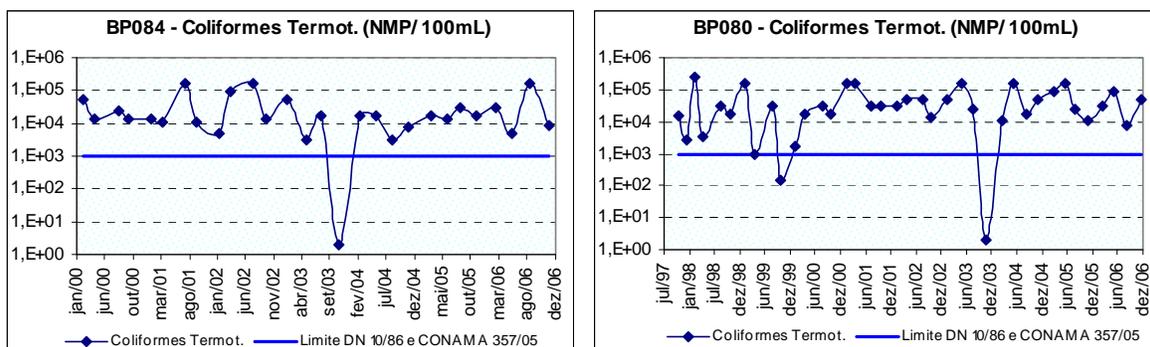
#### UPGRH SF3

**Estações de Amostragem:** BP084 e BP080

A média anual de 2006 para o Índice de Qualidade das Águas – IQA apresentou-se Ruim no rio Maranhão tanto na localidade de Gagé (BP084) quanto na sua foz no rio Paraopeba (BP080). As variáveis que mais contribuíram para essa condição foram coliformes termotolerantes e turbidez.

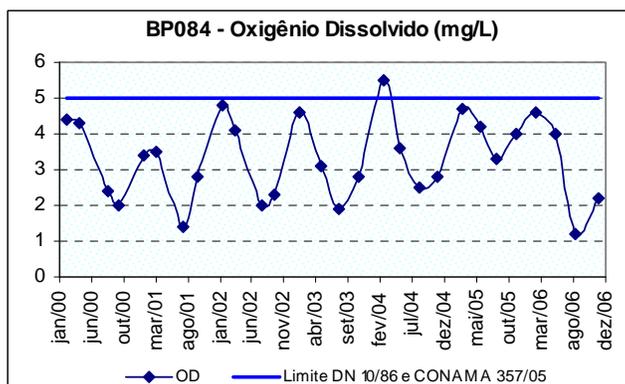
A contagem de coliformes termotolerantes apresentou desconformidade com o limite estabelecido na legislação em ambas as estações de coleta, nas quatro campanhas de amostragem de 2006. Um valor 160 vezes acima do limite, chegou a ser registrado na terceira campanha de coletas, no trecho do rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084), demonstrando o impacto dos esgotamentos sanitários do município de Conselheiro Lafaiete (Figura 10.10).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.10:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio Maranhão na localidade de Gajé (BP084) e próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP080) no período de amostragem

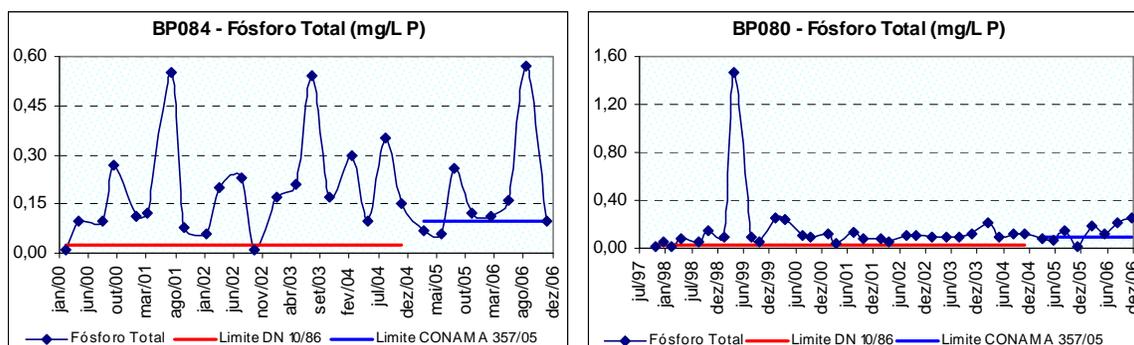
Os teores de oxigênio dissolvido se apresentaram em desacordo com o limite de Classe 2 no trecho monitorado no rio Maranhão na localidade de Gajé (BP084) durante todo o ano, com destaque para a terceira e quarta campanhas de 2006, como ilustrado na Figura 10.11. Assim como observado para coliformes termotolerantes, estes resultados refletem a contribuição dos esgotos sanitários da cidade de Conselheiro Lafaiete para a degradação da qualidade das águas do rio Maranhão, no trecho inicial de seu curso. Observou-se, entretanto, a recuperação das condições de oxigenação das águas no trecho monitorado próximo à sua foz no rio Paraopeba (BP080), onde não foi registrada nenhuma violação deste parâmetro.



**Figura 10.11:** Ocorrência do oxigênio dissolvido no rio Maranhão na localidade de Gajé (BP084) no período de 2000 a 2006

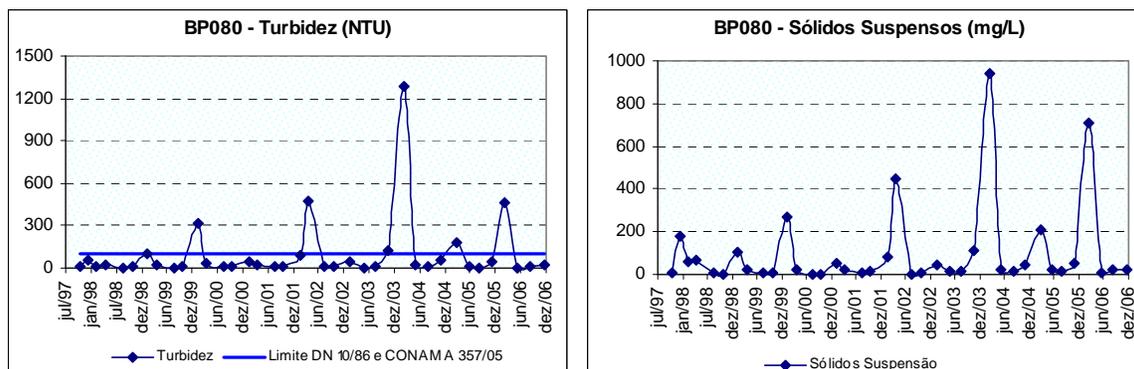
Como evidenciado na Figura 10.12, a concentração de fósforo total excedeu o limite da legislação no rio Maranhão na segunda e terceira campanha de 2006 na localidade de Gajé (BP084), e na primeira, terceira e quarta campanhas no ponto monitorado próximo da foz com o rio Paraopeba (BP080). Os resultados reforçam a interferência dos despejos do município de Conselheiro Lafaiete e também de Congonhas neste corpo de água.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.12:** Ocorrência de fósforo total no rio Maranhão na localidade de Gajé (BP084) e próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP080) no período de amostragem

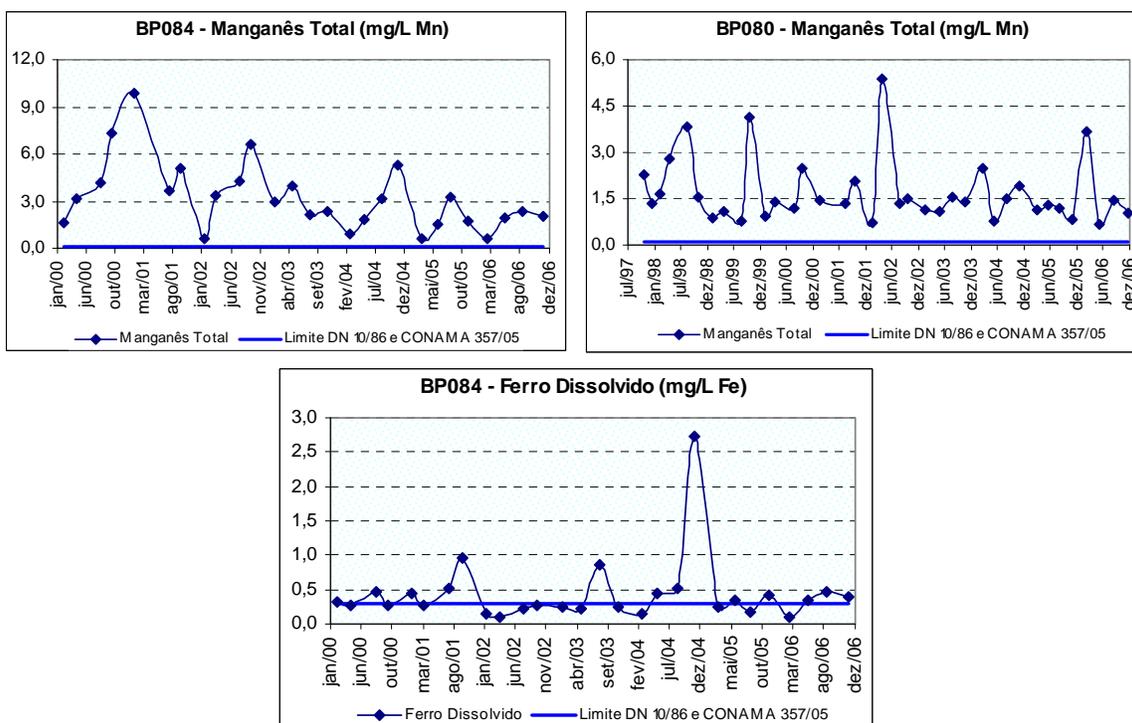
O valor de turbidez apresentou-se elevado nas águas do rio Maranhão na primeira campanha de 2006 na estação monitorada próxima da foz no rio Paraopeba (BP080). Os sólidos em suspensão, embora não tenha um limite definido pela legislação, também apresentaram valores altos na primeira campanha, nesta estação, evidenciando a presença de poluição difusa e erosão do solo no trecho avaliado (Figura 10.13).



**Figura 10.13:** Ocorrência de turbidez e sólidos suspensos no rio Maranhão próximo da sua foz no rio Paraopeba (BP080) no período de 1997 a 2006

O parâmetro manganês vem se apresentando em concentrações elevadas ao longo dos anos nos dois trechos amostrados do rio Maranhão. O valor mais expressivo (3,65mg/L Mn) foi registrado na primeira campanha de 2006 na estação localizada próxima a foz do rio Paraopeba (BP080). Quanto ao ferro dissolvido, observou-se na série histórica registros isolados e superiores ao padrão legal, sendo que em 2006 essa ocorrência se deu também na estação BP084 na terceira e quarta campanha de amostragem, conforme pode ser visto na Figura 10.14. Isso está relacionado com as características geológicas da região, parcialmente inserida no Quadrilátero Ferrífero, onde se localizam os principais depósitos de manganês e ferro do estado de Minas Gerais. As elevadas concentrações observadas para o parâmetro manganês no rio Maranhão estão associadas às atividades metalúrgicas desenvolvidas na região, bem como pelo uso e ocupação inadequados do solo, especialmente associados à agricultura e mineração.

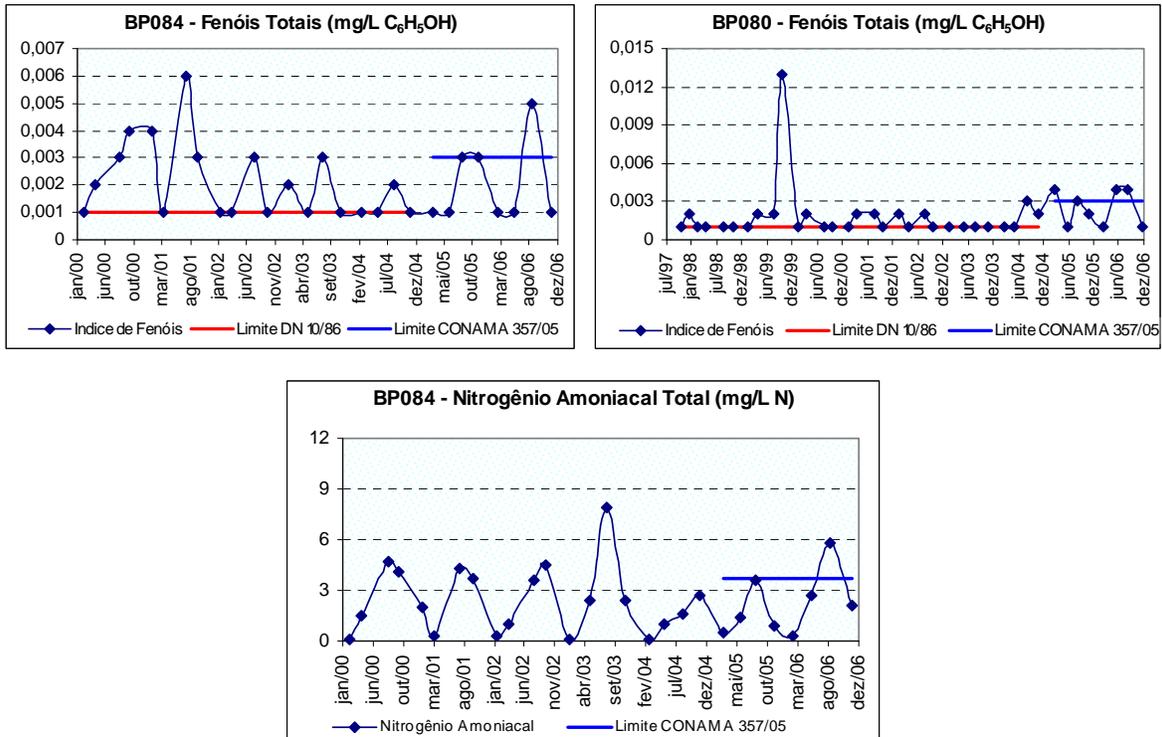
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.14:** Ocorrência de manganês e ferro no rio Maranhão na localidade de Gajé (BP084) e próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP080) no período de amostragem

A Contaminação por Tóxicos no rio Maranhão apresentou-se Média em 2006 tanto no trecho do rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084), quanto no ponto próximo de sua foz com o rio Paraopeba a jusante da cidade de Congonhas (BP080). Foi detectada presença de fenóis nas duas estações e nitrogênio amoniacal na estação BP084 (Figura 10.15), confirmando a degradação causada pelo impacto dos efluentes do município de Conselheiro Lafaiete. Além disso, ressalta-se que houve ocorrência de chumbo total e cianeto em BP080, refletindo a interferência das atividades siderúrgicas e agrícolas da região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.15:** Ocorrência fenóis totais e de nitrogênio amoniacal no rio Maranhão na localidade de Gajé (BP084) e a jusante de Congonhas (BP080) no período de amostragem

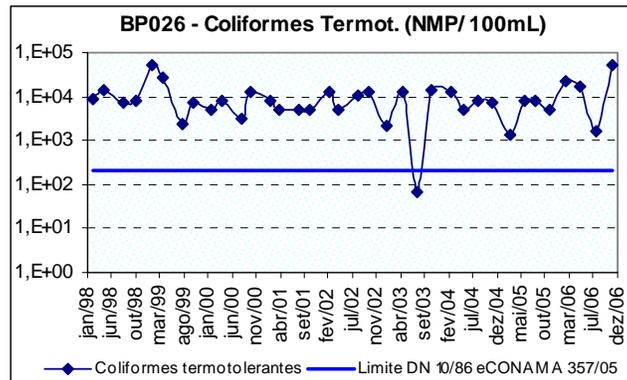
### 10.1.3 Rio Camapuã

#### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP026

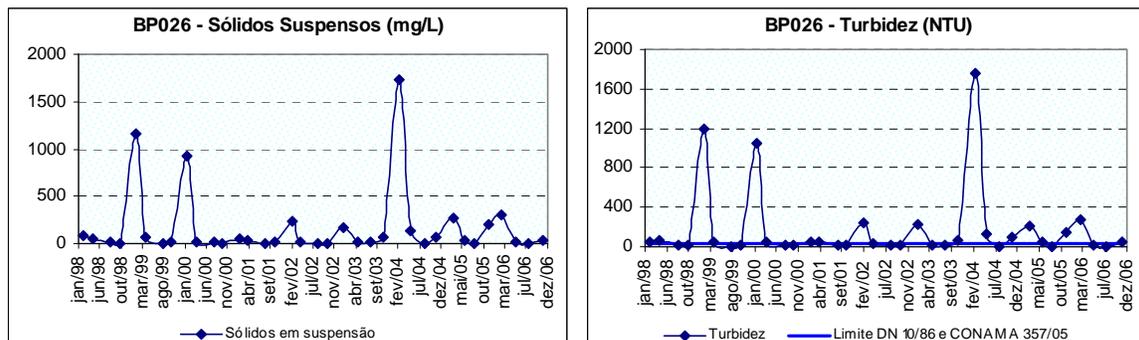
O rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) permaneceu com média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA na faixa Média em 2006. Esse quadro de IQA Médio se dá, principalmente, em função dos coliformes termotolerantes, que se apresentaram elevados em todas as campanhas (Figura 10.16) e da turbidez, que esteve elevada na primeira campanha anual. A ocorrência de coliformes termotolerantes está relacionada à contaminação por esgotos domésticos da cidade.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.16:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio Camapuã em Jeceaba (BP026) no período de 1998 a 2006

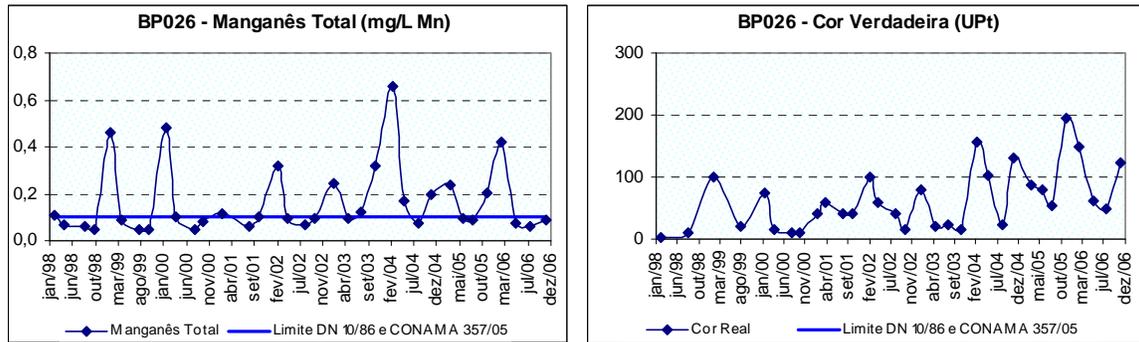
Embora não exista limite definido na legislação para sólidos suspensos, os valores encontrados na primeira campanha anual apresentaram-se elevados. Esses resultados refletem o processo de carreamento ocasionado pelas chuvas, o que contribuiu também para elevar a turbidez na primeira campanha, como pode ser visto na Figura 10.17.



**Figura 10.17:** Ocorrência de sólidos suspensos e turbidez no rio Camapuã em Jeceaba (BP026) no período de 1998 a 2006

A concentração de manganês total apresentou-se além do limite legal na primeira campanha de coleta em 2006 (Figura 10.18). Como a área de drenagem do rio Camapuã está localizada em um dos principais depósitos de manganês e ferro do Estado, esse metal ocorre naturalmente em suas águas, mas, sua ocorrência é potencializada pelo manejo inadequado dos solos. A ocorrência deste metal na primeira campanha, juntamente com a turbidez elevada, está ocasionando o aumento nos valores de cor, que, embora não possua um limite definido para corpos de água de Classe 1, encontrou-se elevada na primeira campanha anual quando comparada ao limite estipulado para Classes 2 e 3 (75UPt).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.18:** Ocorrência de manganês total e turbidez no rio Camapuã em Jeceaba (BP026) no período de 1998 a 2006

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa, uma vez que não foi detectada nenhuma desconformidade para os contaminantes tóxicos.

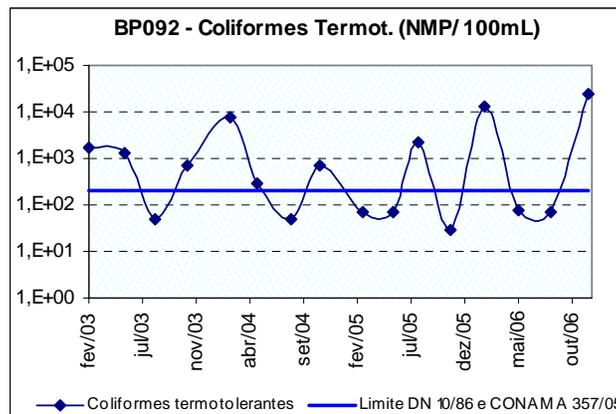
### 10.1.4 Ribeirão Casa Branca e seu afluente

#### 10.1.4.1 Ribeirão Casa Branca

##### UPGRH SF3

##### Estação de Amostragem: BP092

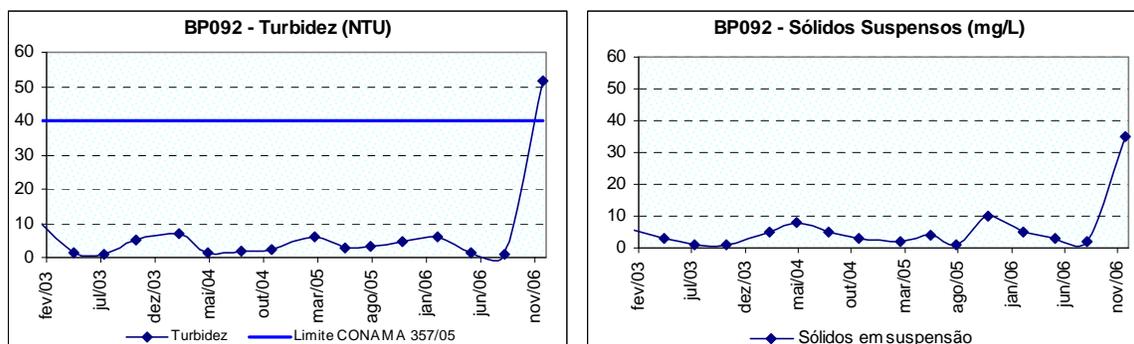
O ribeirão Casa Branca a montante da confluência com o ribeirão Catarina (BP092) apresentou piora em relação à média anual do Índice de Qualidade das Águas - IQA que passou de Bom em 2005 para Médio em 2006. A condição média foi observada na primeira e quarta campanhas, principalmente em função dos coliformes termotolerantes, que apresentaram valores acima do preconizado na legislação (Figura 10.19). Vale lembrar que este corpo de água começou a ser monitorado em 2003.



**Figura 10.19:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Casa Branca em Casa Branca (BP092) no período de 2003 a 2006

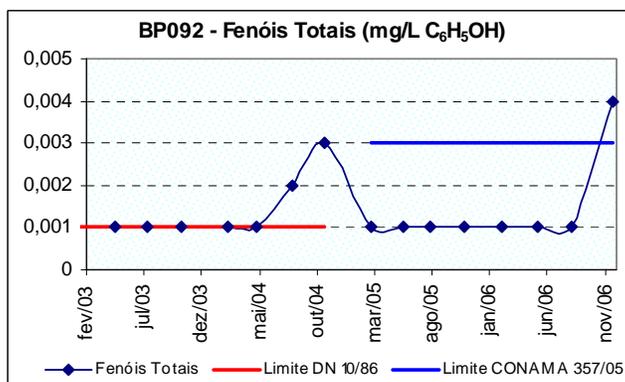
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

A turbidez apresentou desconformidade com o padrão legal na quarta campanha anual. Apesar de não ter um limite estabelecido pela legislação, os sólidos suspensos também se apresentaram elevados na quarta campanha. Esses resultados refletem a interferência do período chuvoso que, juntamente com a erosão e o uso inadequado do solo da região, possibilitam o carreamento de material particulado para os leitos do rio. (Figura 10.20).



**Figura 10.20:** Ocorrência de turbidez e sólidos suspensos no ribeirão Casa Branca em Casa Branca (BP092) no período de 2003 a 2006

Em relação aos contaminantes tóxicos, houve registro de fenóis totais em concentrações superiores ao estabelecido na legislação para corpos de água de Classe 1, como pode ser observado na Figura 10.21. A ocorrência de fenóis no ribeirão Casa Branca evidencia a expansão urbana observada nos últimos anos, com a construção de diversos condomínios nesta região. Sendo assim, a Contaminação por Tóxicos apresentou-se Média no ribeirão Casa Branca em 2006, em função dos lançamentos domésticos desses condomínios.



**Figura 10.21:** Ocorrência de fenóis totais no ribeirão Casa Branca em Casa Branca (BP092) no período de 2003 a 2006

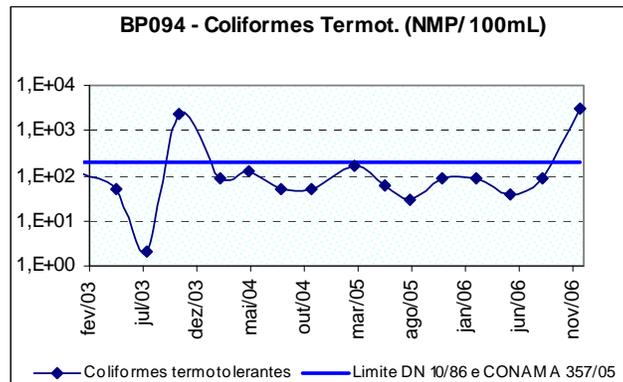
### 10.1.4.2 Ribeirão Catarina

#### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP094

O ribeirão Catarina, monitorado a montante da confluência com o ribeirão Casa Branca (BP094), mostrou média anual do Índice de Qualidade das Águas - IQA no nível Bom, mantendo o mesmo padrão desde que foi iniciado seu monitoramento em 2003.

Apesar disso, foi observada desconformidade na contagem de coliformes termotolerantes durante a última amostragem anual, de acordo com a Figura 10.22. Além da expansão urbana, o ribeirão Catarina se localiza numa região de pastagens, que pode estar contribuindo para o incremento da contagem de coliformes, fato observado na época de chuvas.



**Figura 10.22:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Catarina em Casa Branca (BP094) no período de 2003 a 2006

Nenhum metal ou substância tóxica monitorada apresentou concentrações acima do permitido na legislação, o que resultou numa Contaminação por Tóxicos Baixa neste corpo de água.

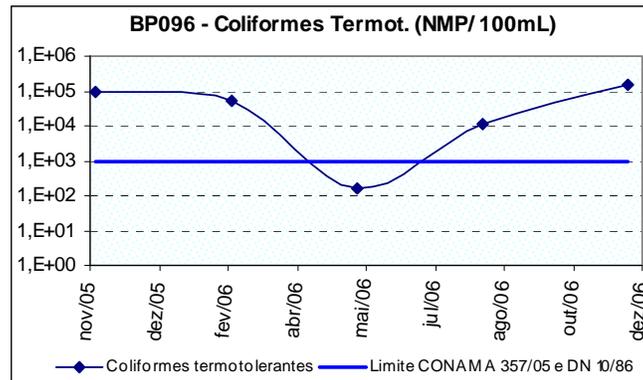
### 10.1.5 Rio Manso

#### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP096

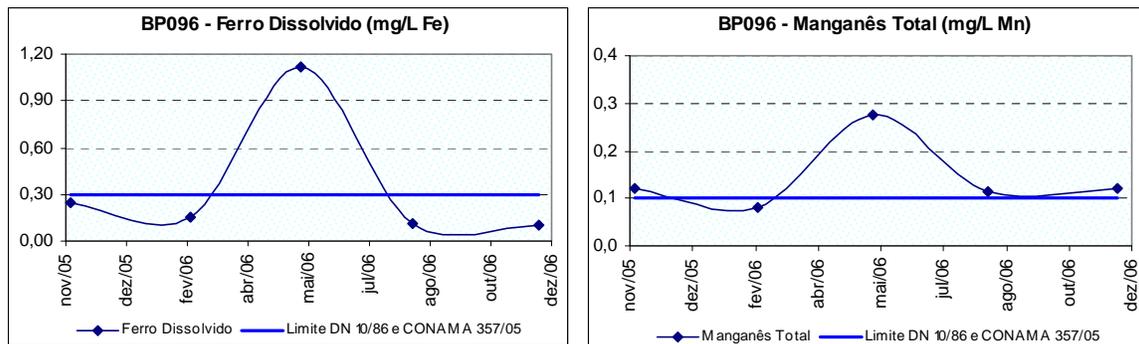
O rio Manso monitorado próximo de sua foz no Paraopeba em Brumadinho teve seu monitoramento iniciado no final de 2005. No seu primeiro ano de monitoramento integral, a média anual do IQA apresentou-se na faixa Média em decorrência da contagem de coliformes termotolerantes. Os valores elevados de coliformes na primeira, terceira e quarta campanha, que podem ser vistos na Figura 10.23, refletem os lançamentos dos esgotos de parte do município de Brumadinho.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.23:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio Manso em Brumadinho (BP096) no período de 2005 a 2006

Em relação aos metais (Figura 10.24), o ferro dissolvido extrapolou o limite legal na segunda campanha e manganês total na segunda e quarta campanha de 2006. Embora tanto o ferro quanto o manganês sejam metais típicos do solo da região, fatores como a erosão e o mau uso do solo propiciam a disponibilização destes metais do solo para o corpo de água.



**Figura 10.24:** Ocorrência de ferro e manganês no rio Manso em Brumadinho (BP096) no período de 2005 a 2006

Não houve nenhum registro de violações de contaminantes tóxicos no rio Manso próximo de sua foz no Paraopeba em Brumadinho, resultando em Contaminação por Tóxicos Baixa no ano de 2006.

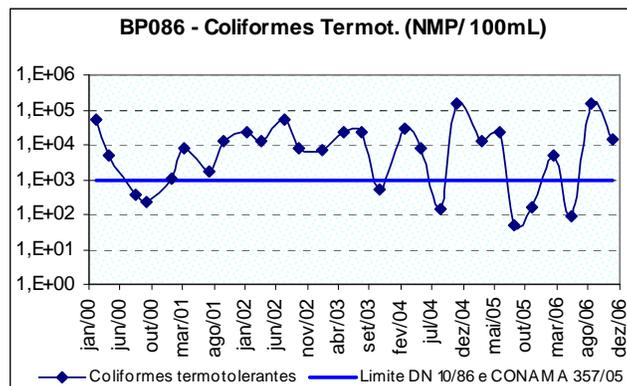
## 10.1.6 Ribeirão Sarzedo

### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP086

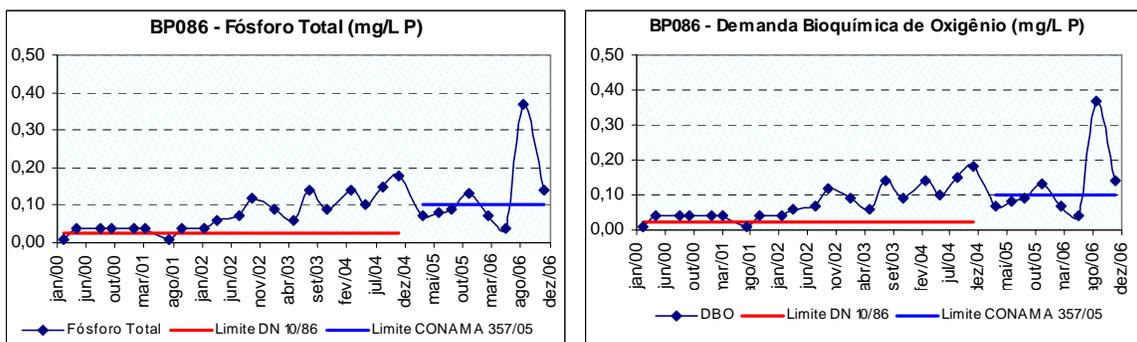
O ribeirão Sarzedo, próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP086), apresentou média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA na faixa Média em 2006. Os parâmetros que influenciaram o resultado do IQA foram, principalmente, coliformes termotolerantes e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Os coliformes termotolerantes mostraram resultados em desconformidade com o padrão de Classe 2 em três das quatro campanhas de 2006, refletindo a interferência dos lançamentos de esgotos do município de Mário Campos (Figura 10.25).



**Figura 10.25:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2006

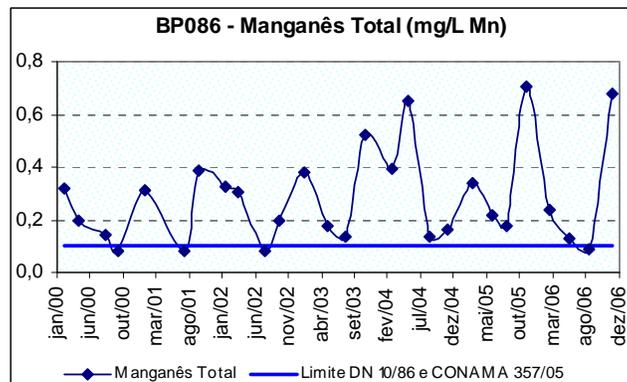
Em relação aos demais parâmetros sanitários, a concentração de fósforo total e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) superaram os limites estabelecidos na legislação na terceira e quarta campanha de amostragem de 2006 (Figura 10.26). Esses resultados indicam a contribuição de poluição originada dos esgotos sanitários e efluentes industriais, na degradação das águas do ribeirão Sarzedo.



**Figura 10.26:** Ocorrência de fósforo total e DBO no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2006

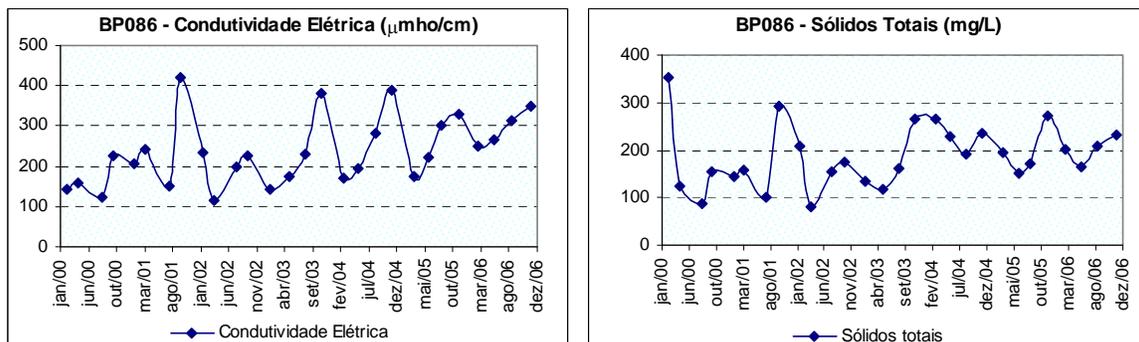
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

O manganês, como pode ser visto na Figura 10.27, apresentou valores acima do limite da legislação, sobretudo no período chuvoso, assim como nos anos anteriores. A área de contribuição do ponto de amostragem BP086 insere-se no Quadrilátero Ferrífero, indicando que os teores observados deste metal é de origem natural, embora sejam potencializados pelas atividades minerárias e industriais desenvolvidas na região.



**Figura 10.27:** Ocorrência de manganês total no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2006

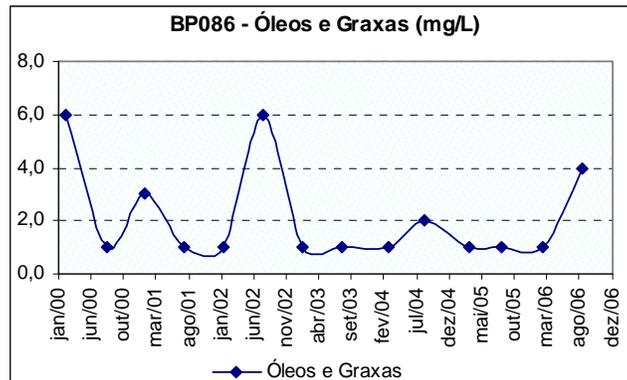
Os resultados de condutividade elétrica, na faixa de 250 a 350  $\mu\text{mho/cm}$ , associados aos valores elevados de sólidos totais (Figura 10.28), são característicos de ambientes ricos em sais dissolvidos provenientes de atividades antrópicas.



**Figura 10.28:** Condutividade elétrica e sólidos totais no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2006

O parâmetro óleos e graxas apresentou valor elevado na quarta campanha do ano, reforçando a interferência dos esgotos do município de Mário Campos, o que pode ser visto na Figura 10.29. Vale destacar que este ribeirão também recebe contribuição de Ibitaré.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.29:** Ocorrência de óleos e graxas no ribeirão Sarzedo em Mário Campos (BP086) no período de 2000 a 2006

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa no ribeirão Sarzedo em 2006, com ausência de violações dos contaminantes tóxicos neste corpo de água.

### 10.1.7 Rio Betim

#### UPGRH SF3

**Estações de Amostragem:** BP088 e BP071

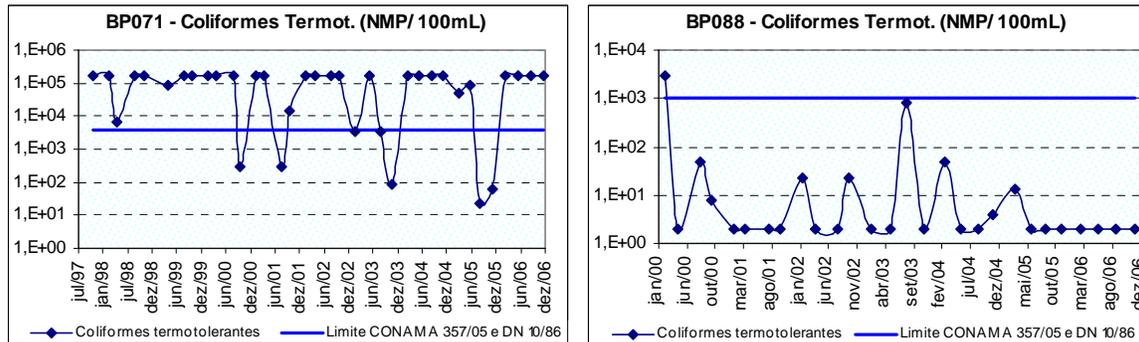
O trecho do rio Betim monitorado a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) manteve a melhoria conquistada nos anos anteriores, isto é, permaneceu com média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA no nível Bom. Nas águas da estação de amostragem do rio Betim, próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), a média anual do IQA foi considerada Muito Ruim. Essa condição relacionou-se com os resultados de oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes e fósforo total.

Na estação de amostragem do rio Betim a jusante do reservatório de Várzea das Flores (BP088) nenhum parâmetro sanitário apresentou concentração acima de 20% do permitido para corpos de água de Classe 1.

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

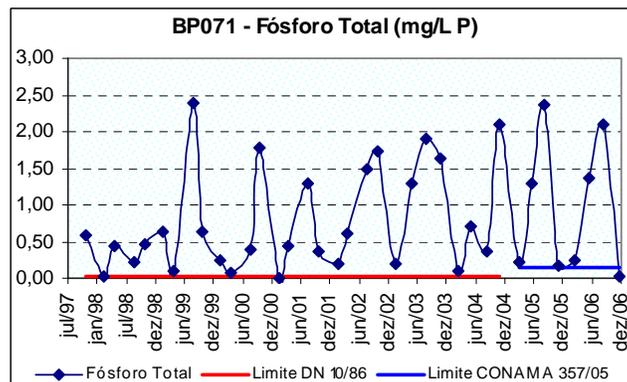
Como pode ser visto na Figura 10.30, a condição mais favorável observada para coliformes termotolerantes no rio Betim ocorreu a jusante do Reservatório Vargem das Flores (BP088), enquanto que a mais crítica foi verificada no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), com valores até 40 vezes superior ao limite permitido na legislação.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.30:** Ocorrências de coliformes termotolerantes no rio Betim a jusante de Vargem das Flores (BP088) e próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de amostragem

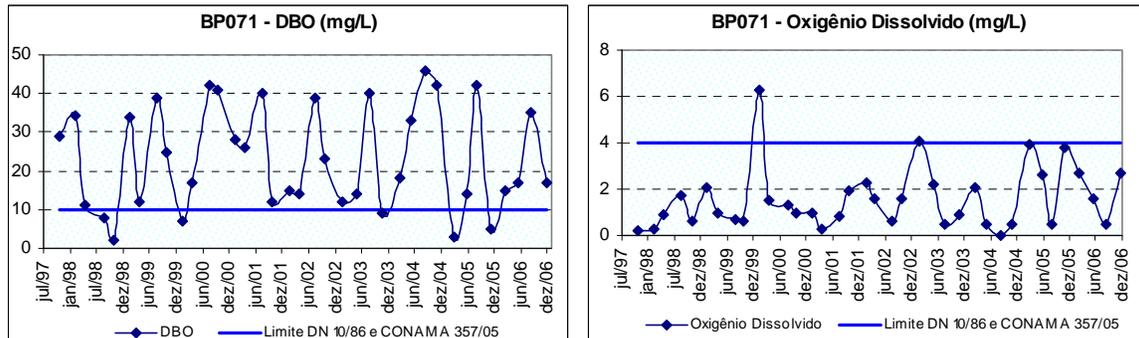
Em relação ao fósforo total, o trecho mais crítico da bacia continuou sendo o rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), com valores quatorze vezes acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 para rios de Classe 3, como pode ser visto na Figura 10.31. Tal condição também está associada ao lançamento de esgotos domésticos do município e aos despejos de indústrias localizadas na região de Betim.



**Figura 10.31:** Ocorrência de fósforo total no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2006

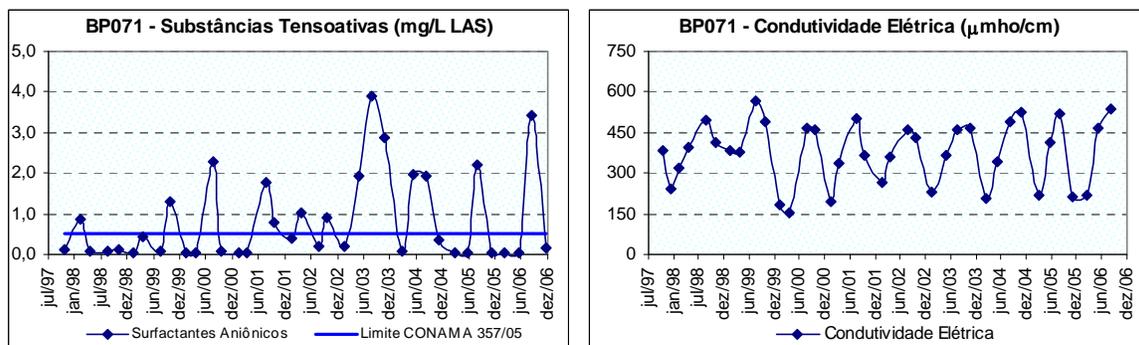
Os altos teores de DBO no rio Betim próximo de sua foz com o rio Paraopeba (BP071) em todas as campanhas do ano 2006, que alcançaram até três vezes o limite da legislação, estão relacionados com os despejos de efluentes ricos em matéria orgânica tais como de indústrias alimentícias e químicas e esgotos domésticos ao longo do rio Betim e seus afluentes. A alta DBO observada resultou em uma queda nos níveis de oxigênio dissolvido (OD) nas quatro amostragens realizadas em 2006 (Figura 10.32).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.32:** Ocorrência de DBO e OD no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2006

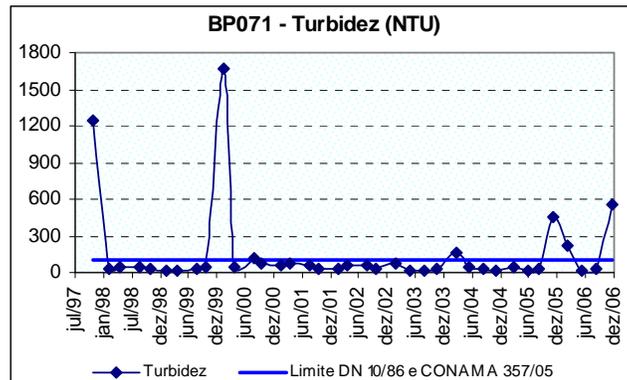
Verificou-se que o teor de substâncias tensoativas atingiu valores elevados na estação BP071, ultrapassando o limite estabelecido na legislação na terceira campanha de 2006, refletindo a interferência dos lançamentos de efluentes domésticos e industriais do município de Betim. Os valores de condutividade elétrica aumentaram consideravelmente no rio Betim, quando se comparam as duas estações de amostragem, superando 400  $\mu\text{mho/cm}$  no trecho próximo da foz no rio Paraopeba (BP071) em duas campanhas. Esses resultados confirmam o excesso de contaminantes presentes nessas águas. Os gráficos das substâncias tensoativas e da condutividade elétrica da estação BP071 podem ser vistos a seguir, na Figura 10.33.



**Figura 10.33:** Ocorrência de substâncias tensoativas e condutividade elétrica no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2006

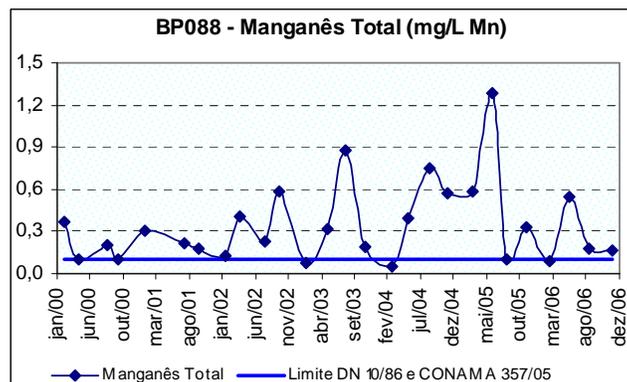
A turbidez apresentou dois registros em desconformidade ao limite definido pela legislação ambiental vigente no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), na primeira e última campanha de 2006 (Figura 10.34), provavelmente em função do carreamento de material particulado e de sólidos proporcionado pelas chuvas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.34:** Ocorrência de turbidez no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2006

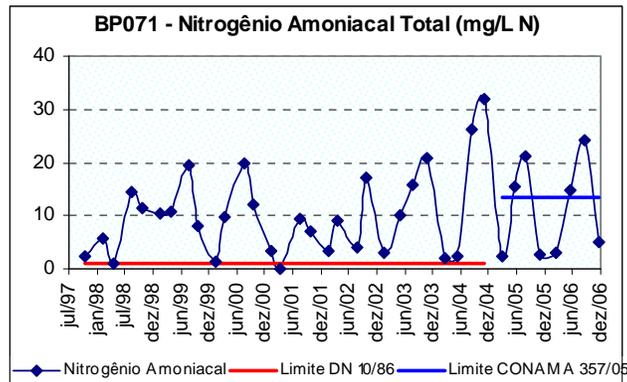
Diferentemente dos parâmetros sanitários, houve ocorrência de metais apenas no trecho do rio Betim a jusante do reservatório de Várzea das Flores (BP088), onde o manganês total violou o limite legal na segunda, terceira e quarta campanhas do ano 2006 (Figura 10.35).



**Figura 10.35:** Ocorrência de manganês total no rio Betim a jusante do Reservatório de Vargem das Flores (BP088) no período de 2000 a 2006

No trecho a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) a Contaminação por Tóxicos (CT) passou de Alta em 2005 para Baixa em 2006, em função da ausência de contaminantes tóxicos. Já próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) a contaminação permaneceu Média, devido ao teor de nitrogênio amoniacal, que superou o padrão legal na terceira campanha de 2006, reforçando a sobrecarga de esgotos domésticos nesse trecho do rio Betim (Figura 10.36).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.36:** Ocorrência de nitrogênio amoniacal no rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) no período de 1997 a 2006

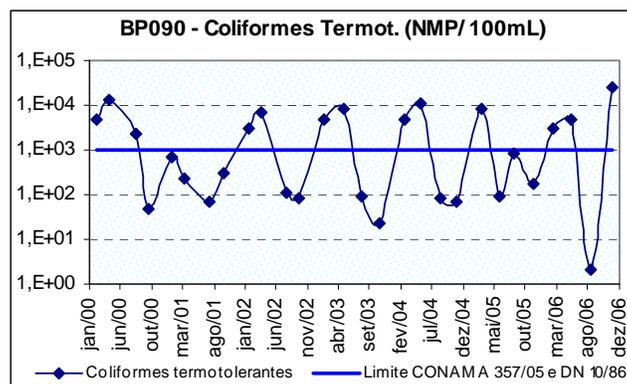
### 10.1.8 Ribeirão Grande

#### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP090

O ribeirão Grande a montante de sua foz no rio Paraopeba (BP090) permaneceu com média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA no nível Médio em 2006. Os parâmetros que contribuíram para essa condição foram coliformes termotolerantes e turbidez.

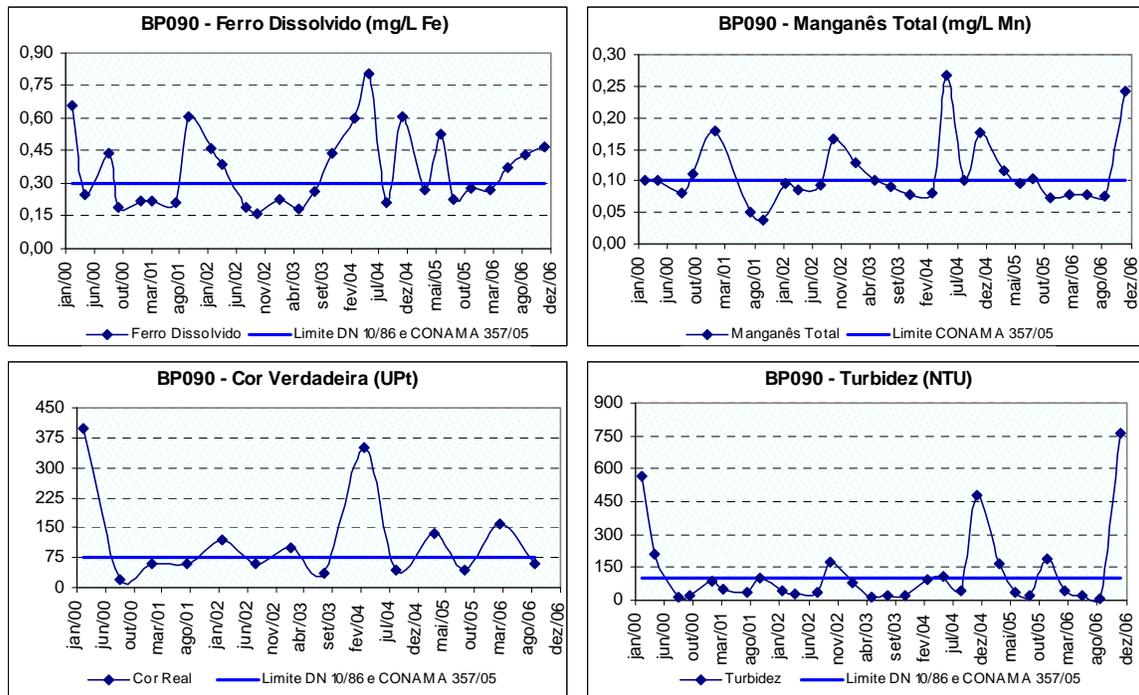
A Figura 10.37 apresenta a contagem de coliformes termotolerantes que superou o limite legal em três das quatro campanhas de amostragem anual. O principal fator responsável por esta condição é a atividade pecuária desenvolvida em toda extensão desse ribeirão.



**Figura 10.37:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no ribeirão Grande em Esmeraldas (BP090) no período de 2000 a 2006

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

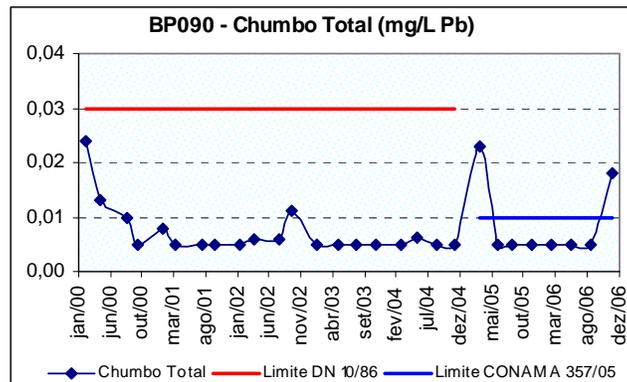
Entre os metais, o ferro dissolvido e o manganês total apresentaram resultados acima do valor estabelecido pela legislação na estação localizada no ribeirão Grande a montante de sua foz no rio Paraopeba (BP090). A cor e a turbidez também apresentaram valores acima do permitido na primeira e na quarta campanha de 2006, respectivamente, em decorrência do escoamento provocado pelas chuvas (Figura 10.38).



**Figura 10.38:** Ocorrência de metais, cor e turbidez no ribeirão Grande em Esmeraldas (BP090) no período de 2000 a 2006

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Média devido à ocorrência de chumbo total acima de 20% do limite da legislação na quarta campanha de 2006, o que pode ser visualizado na Figura 10.39. A presença desse contaminante pode estar relacionada com o uso de fertilizantes nas culturas agrícolas presentes nesta região da bacia.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.39:** Ocorrência de chumbo no ribeirão Grande em Esmeraldas (BP090) no período de 2000 a 2006

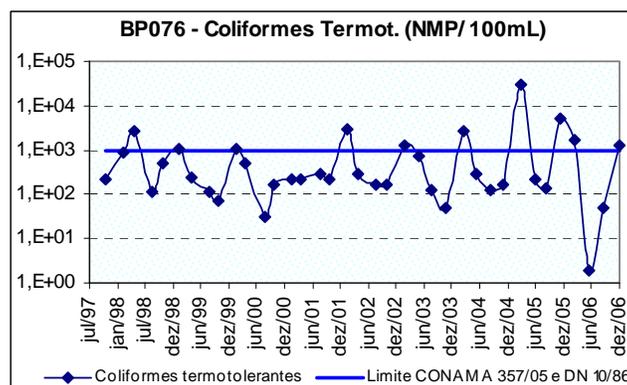
### 10.1.9 Ribeirão São João

#### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP076

O ribeirão São João próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP076) manteve a média anual do Índice de Qualidade das Águas – IQA na faixa Média em 2006, em função dos coliformes termotolerantes e da turbidez.

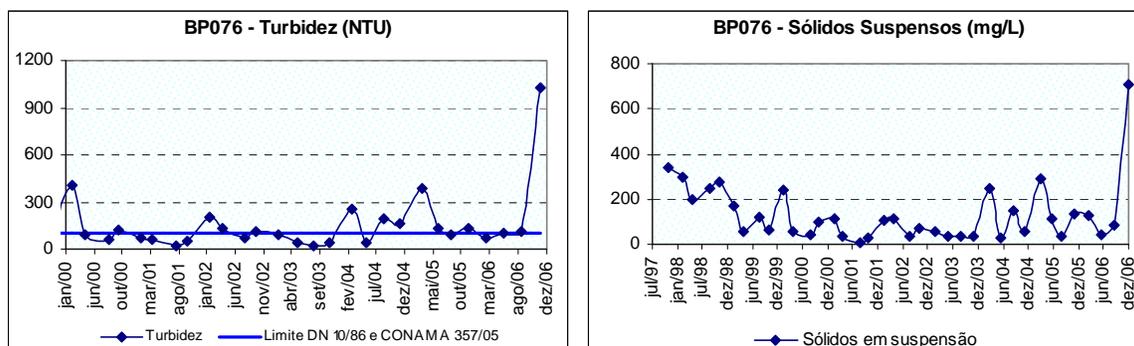
A contagem de coliformes termotolerantes ultrapassou o limite legal estabelecido para rios de Classe 2 na primeira e quarta campanha de 2006, como mostra a Figura 10.40 . Estes resultados refletem a interferência dos lançamentos de esgotos dos municípios da área de entorno, com destaque para Sete Lagoas.



**Figura 10.40:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio São João em Paraopeba (BP076) no período de 1997 a 2006

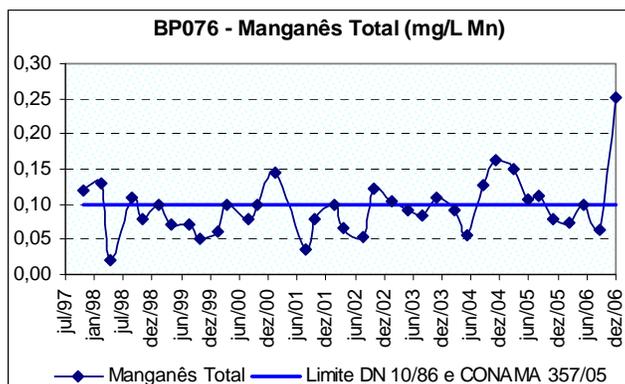
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

A turbidez, monitorada no rio São João em 2006, violou o limite de 75 NTU estabelecido pela legislação na quarta amostragem. Os sólidos suspensos, embora não possuam um limite definido pela legislação ambiental vigente, também se apresentaram elevados na quarta campanha, indicando que a presença dos mesmos nas águas provém de atividades antrópicas (Ver Figura 10.41).



**Figura 10.41:** Ocorrência de turbidez e sólidos suspensos no rio São João em Paraopeba (BP076) no período de amostragem

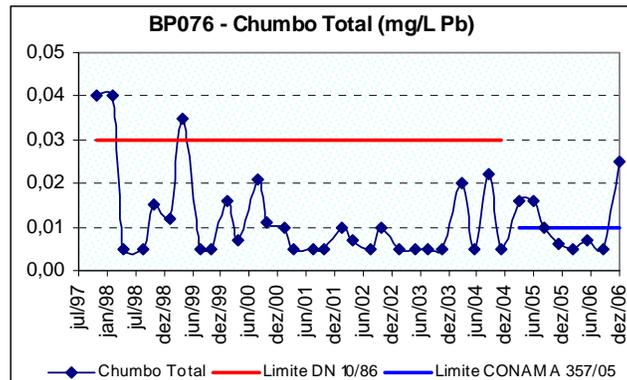
A Figura 10.42 apresenta os valores de manganês, que esteve elevado na quarta campanha. Embora seja um constituinte típico do solo da região, sua disponibilização pode ser potencializada pelo uso inadequado dos solos.



**Figura 10.42:** Ocorrência de manganês total no rio São João em Paraopeba (BP076) no período de 1997 a 2006

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Alta em 2006 devido à presença de chumbo na quarta campanha, como demonstra a Figura 10.43. Ressalta-se que, em virtude dos limites mais restritivos para chumbo instituídos pela Resolução CONAMA 357 de 2005, esses valores se encontravam, anteriormente a esse período, dentro do padrão apresentado pela série histórica de monitoramento.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.43:** Ocorrência de chumbo total no rio São João em Paraopeba (BP076) no período de 1997 a 2006

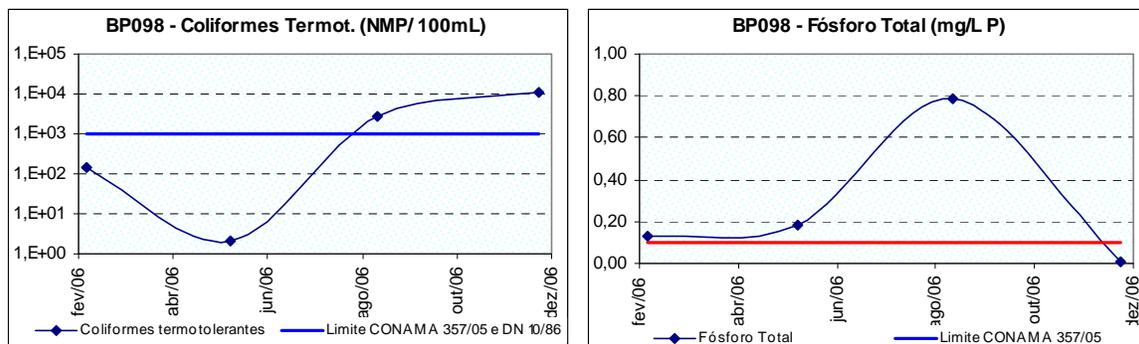
### 10.1.10 Ribeirão do Cedro

#### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP098

O ribeirão do Cedro monitorado próximo de sua foz no Paraopeba em Caetanópolis apresentou a média anual do IQA na faixa Média em decorrência da contagem de coliformes termotolerantes, turbidez e fósforo total. Deve-se ressaltar que este corpo de água começou a ser monitorado no final de 2005. Contudo, devido às chuvas intensas, o acesso a este ponto só foi possível em fevereiro de 2006.

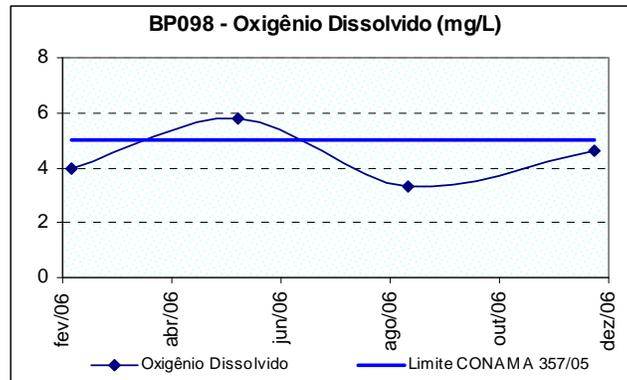
Os parâmetros sanitários coliformes termotolerantes e fósforo total, apresentaram violações nas amostragens realizadas em 2006; sendo os coliformes na segunda e quarta, e fósforo total na primeira, segunda e terceira campanha anual (Figura 10.44). Estes valores expressam a degradação causada pelos lançamentos dos esgotos domésticos dos municípios de Paraopeba e Caetanópolis nesse corpo de água.



**Figura 10.44:** Ocorrência de coliformes termotolerantes e fósforo total no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) em 2006

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

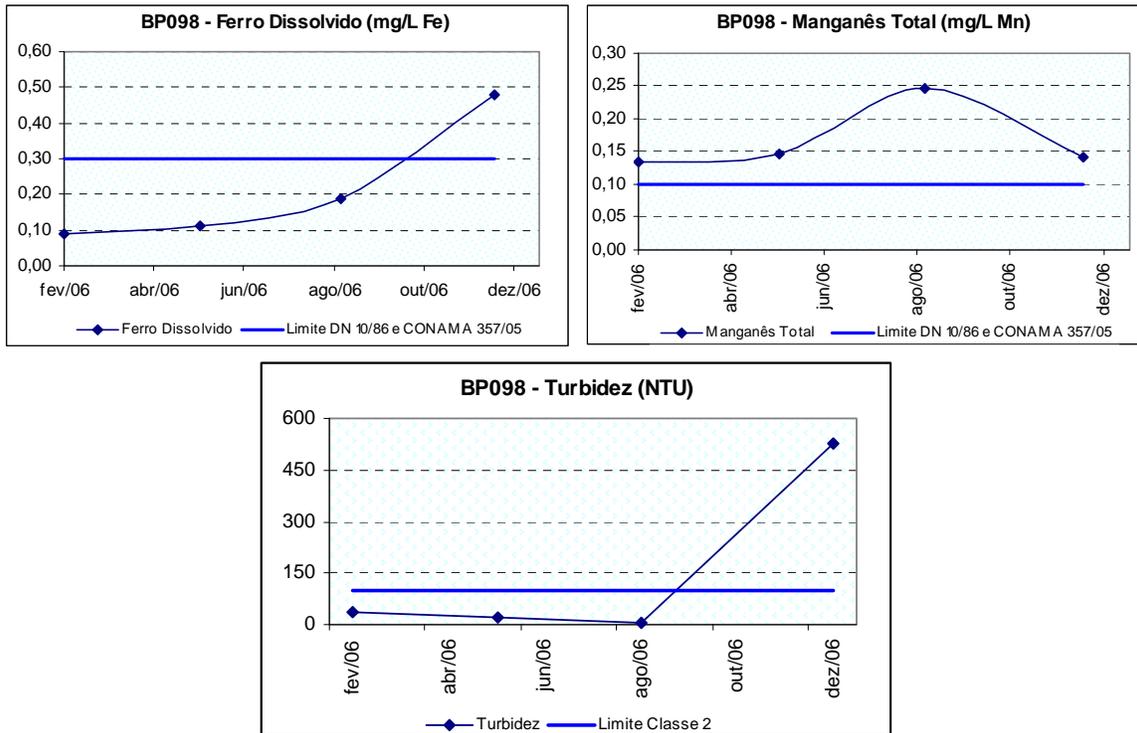
A Figura 10.45 apresenta os resultados de oxigênio dissolvido (OD) no ribeirão do Cedro. Embora a primeira e quarta campanha também tenham apresentado valores de OD abaixo do limite estabelecido pela legislação, a terceira campanha se destacou, provavelmente em função do período de seca, reforçando a interferência dos lançamentos dos municípios de Paraopeba e Caetanópolis.



**Figura 10.45:** Ocorrência de oxigênio dissolvido no ribeirão do Cedro em Caetanópolis (BP098) em 2006

O ferro dissolvido apresentou valor elevado na quarta campanha e o manganês total esteve alterado em todas as campanhas do ano. Embora estes metais sejam constituintes típicos dos solos da região, a disponibilização dos mesmos para os corpos de água é potencializada por fatores tais como erosão e uso inadequado do solo, principalmente nos meses chuvosos. A turbidez também apresentou valores elevados na última campanha anual. (Figura 10.46).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



**Figura 10.46:** Ocorrência de ferro, manganês e turbidez no ribeirão do Cedro (BP098) em Caetanópolis em 2006

A Contaminação por Tóxicos apresentou-se Baixa neste primeiro ano de monitoramento do ribeirão do Cedro.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### 11. AVALIAÇÃO AMBIENTAL

#### 11.1. Análise das Violações

Considerando a série de resultados, no período de 1997 a 2006, para as 22 estações de amostragem da sub-bacia do rio Paraopeba, foram avaliados os parâmetros monitorados com relação ao percentual de amostras cujos valores violaram em mais de 20% os limites legais da Deliberação Normativa COPAM N°10/86 (período de 1997 a 2004) e da Resolução CONAMA N°357/05 (2005 e 2006), considerando o enquadramento do corpo de água, no local de cada estação. A Tabela 11.1 apresenta o percentual de violações em ordem decrescente do valor obtido para cada parâmetro, indicando os constituintes mais críticos na bacia.

Observou-se na Tabela 11.1 que os coliformes termotolerantes, o manganês total, o fósforo total e os coliformes totais foram os parâmetros que mais freqüentemente violaram os limites da legislação. A ocorrência de fósforo total e de coliformes termotolerantes e totais relaciona-se principalmente aos esgotos sanitários que são lançados sem tratamento nos corpos de água pela maioria dos municípios localizados na sub-bacia do rio da Paraopeba.

O manganês, naturalmente abundante nos solos da região, tem sua presença nas águas aumentada devido às atividades minerárias e agrícolas, associadas à poluição difusa e aos processos de erosão predominantes no alto e médio curso do rio Paraopeba. A atividade industrial do ramo metalúrgico, desenvolvida no alto curso, é também responsável pela introdução de manganês nas águas desta sub-bacia.

Com relação aos contaminantes tóxicos, o parâmetro fenóis totais foi aquele que mais se destacou em termos de violações: 26,9%. Os fenóis são compostos orgânicos, possivelmente relacionados aos efluentes domésticos, 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 2006

**Tabela 11.1:** Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de violações de classe de enquadramento na sub-bacia do rio Paraopeba no período de 1997 a 2006.

PARÂMETRO	% VIOLAÇÃO	Nº TOTAL DE ANALISES
Coliformes Termotolerantes	65,0%	682
Manganês Total	62,0%	665
Fósforo Total	60,9%	683
Coliformes Totais	59,1%	640
Fenóis Totais	26,9%	610
Turbidez	24,9%	683
Óleos e Graxas**	24,6%	338
Cor Verdadeira	20,5%	341
Ferro Dissolvido	18,3%	683
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	9,2%	683
Oxigênio Dissolvido (OD)	7,5%	683
Cobre Total	6,6%	331
Chumbo Total	5,5%	549
Cádmio Total	4,4%	585
Nitrogênio Amoniacal Total	4,4%	683
Substâncias Tensoativas	3,6%	468
Amônia Não Ionizável*	1,2%	514
Cianeto Livre	1,1%	476
Zinco Total	0,8%	475
Níquel Total	0,7%	437
Cromo Total	0,7%	450
Mercúrio Total	0,6%	327
Arsênio Total	0,3%	343
pH in loco	0,1%	679
Sólidos Dissolvidos	0,0%	520
Cloretos	0,0%	683
Sulfato Total	0,0%	327
Sulfetos	0,0%	431
Nitrato	0,0%	683
Nitrito	0,0%	422
Bário Total	0,0%	373
Cobre Dissolvido	0,0%	85
Selênio Total	0,0%	381
Cromo Trivalente*	0,0%	335
Cromo Hexavalente*	0,0%	335

\* Dados correspondentes ao período de 1997 a 2004, limites estabelecidos pela Deliberação Normativa nº 10/86

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

Em complementação, foram identificadas as principais violações de parâmetros em relação aos limites legais nos pontos de amostragem da sub-bacia do rio da Paraopeba. Os quadros a seguir apresentam os principais fatores de PRESSÃO associados aos indicadores de degradação em 2006 e os parâmetros que apresentaram as maiores violações no período de 1997 a 2006 para cada estação de amostragem, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas. Os metais e outras substâncias tóxicas responsáveis por Contaminação por Tóxicos Alta em 2006 estão realçados em vermelho.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Corpo de água: Rio Paraopeba UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP079	1	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Atividade minerária Carga difusa Agricultura	Turbidez, óleos e graxas, coliformes totais, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e manganês total	Coliformes termotolerantes, coliformes totais, cor verdadeira, manganês total, turbidez, fósforo total e ferro dissolvido
BP027	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade minerária Agropecuária Agricultura Erosão Assoreamento	Turbidez, cor verdadeira, coliformes totais, coliformes termotolerantes, chumbo total e manganês total	Manganês total, coliformes termotolerantes, coliformes totais, fósforo total, fenóis totais, óleos e graxas
BP029	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade minerária Expansão urbana Carga difusa Agricultura Erosão Assoreamento Resíduos sólidos	Turbidez, cor verdadeira, óleos e graxas, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total	Manganês total, fósforo total, coliformes termotolerantes, coliformes totais e fenóis totais
BP036	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade minerária Agricultura Agropecuária Erosão	Turbidez, cor verdadeira, fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e manganês total	Manganês total, fósforo total, coliformes termotolerantes, fenóis totais, coliformes totais e turbidez



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Corpo de água: Rio Paraopeba UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP068	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade mineraria Agricultura Assoreamento Erosão	Turbidez, cor verdadeira, fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total	Coliformes termotolerantes, coliformes totais, manganês total, fósforo total e fenóis totais
BP070	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Expansão urbana	Turbidez, cor verdadeira, fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes, chumbo total e manganês total	Coliformes termotolerantes, manganês total, fósforo total, coliformes totais
BP072	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Expansão urbana Agricultura	Turbidez, cor verdadeira, fósforo total, fenóis totais, óleos e graxas, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total	Coliformes termotolerantes, fósforo total, coliformes totais, manganês total, fenóis totais e cor verdadeira
BP082	2	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa Agropecuária Atividade minerária	Turbidez, fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total	Fósforo total, coliformes termotolerantes, manganês total, coliformes totais e óleos e graxas
BP083	2	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa Agropecuária Atividade minerária	Turbidez, cor verdadeira, fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total	Fósforo total, manganês total, fenóis totais, coliformes termotolerantes e coliformes totais



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Corpo de água: Rio Paraopeba UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP078	2	Lançamento de esgoto sanitário Atividade Mineraria Erosão Expansão urbana Carga difusa Agropecuária	Turbidez, cor verdadeira, fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes, chumbo total e manganês total	Fósforo total, manganês total, fenóis totais, coliformes termotolerantes e turbidez

### Corpo de água: Rio Maranhão UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP084	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Atividade minerária Expansão urbana Resíduos sólidos Assoreamento Erosão Pecuária	Fósforo total, nitrogênio amoniacal, OD, DBO, fenóis totais, coliformes totais, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e manganês total	Manganês total, coliformes totais, coliformes termotolerantes, fósforo total, fenóis totais e ferro dissolvido
BP080	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Expansão urbana Atividade minerária Agricultura	Turbidez, fósforo total, DBO, cianeto livre, fenóis totais, coliformes totais, coliformes termotolerantes, chumbo total e manganês total	Manganês total, coliformes termotolerantes, coliformes totais, fósforo total e fenóis totais



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Corpo de água: Rio Camapuã UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP026	1	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Erosão Atividade mineraria Expansão urbana Agricultura	Turbidez, fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total	Coliformes termotolerantes, coliformes totais, fósforo total, turbidez, cor verdadeira, óleos e graxas, manganês total e ferro dissolvido

### Corpo de água: Ribeirão Casa Branca UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2005	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2005
BP092	1	Lançamento de esgoto sanitário Agropecuária Expansão urbana	Turbidez, fenóis totais, coliformes totais e coliformes termotolerantes	Coliformes totais, coliformes termotolerantes, fenóis totais, cor verdadeira e óleos e graxas



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Corpo de água: Ribeirão Catarina UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2005	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2005
BP094	1	Lançamento de esgoto sanitário Agropecuária Expansão urbana	Óleos e graxas, coliformes totais e coliformes termotolerantes	Fenóis totais, óleos e graxas e coliformes totais

### Corpo de água: Ribeirão Sarzedo UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP086	2	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Atividade minerária Assoreamento Expansão urbana	Fósforo total, DBO, óleos e graxas, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total	Manganês total, fósforo total, coliformes termotolerantes, coliformes totais, fenóis totais e óleos e graxas



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Corpo de água: Rio Betim UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP088	1	Assoreamento Lançamento de efluente de ETA	Manganês total	Manganês total, óleos e graxas, fósforo total e fenóis totais
BP071	3	Lançamento de esgoto sanitário Lançamento de efluente industrial Carga difusa Expansão Urbana Resíduos Sólidos	Turbidez, fósforo total, nitrogênio amoniacal, OD, DBO, coliformes totais, coliformes termotolerantes e substâncias tensoativas	Fósforo total, oxigênio dissolvido, coliformes totais, nitrogênio amoniacal, coliformes termotolerantes, DBO, óleos e graxas e substâncias tensoativas

### Corpo de água: Ribeirão Grande UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP090	2	Atividade minerária Agricultura Pecuária	Turbidez, cor verdadeira, coliformes totais, coliformes termotolerantes, chumbo total, ferro dissolvido e manganês total	Fósforo total, cor verdadeira, óleos e graxas, coliformes totais, coliformes termotolerantes e ferro dissolvido



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Corpo de água: Ribeirão São João UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP076	2	Atividades minerárias Assoreamento Pecuária Carga difusa	Turbidez, cor verdadeira, coliformes termotolerantes, <b>chumbo total</b> e manganês total	Fósforo total, turbidez, fenóis totais, cor verdadeira e ferro dissolvido

### Corpo de água: Ribeirão Manso UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP096	2	Lançamentos de esgotos sanitários Lançamento de efluente industrial Carga difusa Atividades minerárias Expansão Urbana	Óleos e graxas, coliformes totais, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e manganês total	Óleos e graxas, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### Corpo de água: Ribeirão do Cedro UPGRH: SF3

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2006	INDICADORES COM MAIOR Nº DE VIOLAÇÕES NO PERÍODO DE 1997 A 2006
BP098	2	Lançamentos de esgoto sanitário Atividades minerárias Pecuária Carga difusa	Turbidez, fósforo total, OD, coliformes totais, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e manganês total	Fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes e manganês total

As substâncias responsáveis pela CT Alta estão destacadas em vermelho.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2005

### 12. Ações de Controle Ambiental – RESPOSTA

#### 12.1. Contaminação por esgoto sanitário

Dentre os parâmetros que representam um indicativo de contaminação dos corpos de água por lançamento de esgoto sanitário, os que apresentaram maior número de violações no Estado de Minas Gerais entre 1997 e 2006 foram fósforo total, coliformes termotolerantes e coliformes totais com, respectivamente, 61,9%, 51,5% e 46,5% de ocorrências acima dos limites legais, condição que vem sendo observada ao longo dos anos. A contaminação por esgoto sanitário constitui um dos principais fatores de PRESSÃO sobre a qualidade das águas, conforme observado no item 11.1.

Dessa maneira, foram levantados os municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que apresentam população urbana superior a 50.000 habitantes e que possuem estação de amostragem em um trecho de corpo de água a montante e/ou a jusante dos lançamentos desses municípios. Para cada estação, conforme apresentado na Tabela 12.1, avaliou-se a evolução do IQA – Índice de Qualidade das Águas ao longo dos anos. O IQA é um bom indicador da contaminação por esgotos domésticos, pois é uma síntese da ocorrência de sólidos, nutrientes e principalmente matéria orgânica e fecal. Além disso, verificaram-se as ocorrências de desconformidades em relação aos principais parâmetros associados aos esgotos domésticos, quais sejam coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (matéria orgânica), amônia não ionizável, nitrogênio amoniacal e fósforo total (nutrientes) – Tabela 12.2.

O município mais populoso da sub-bacia do rio Paraopeba, Betim, é o que mais contribui com a matéria orgânica nos corpos de água monitorados, conforme apresentado na Tabela 12.1. O rio Betim apresentou altos percentuais de ocorrências de violações para os parâmetros coliformes totais e termotolerantes, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total e nitrogênio amoniacal com concentração acima do limite legal para corpos de água de Classe 3, em sua estação BP071, a jusante da cidade de Betim. O rio Maranhão a jusante de Conselheiro Lafaiete (BP084) também mostrou altos percentuais de violações para coliformes totais e termotolerantes, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e fósforo total, segundo os dados da 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 e Conselheiro Lafaiete. O ribeirão Sarzedo em Ibirité também reflete a influência dos lançamentos de esgoto sanitário sem tratamento.

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



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2005

**Tabela 12.1:** Evolução da média anual do IQA na sub-bacia do rio Paraopeba nos municípios que possuem população urbana superior a 50.000 habitantes

Estações	Corpo de água	Localização	Município	População Urbana	Média Anual do IQA									
					1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
BP088	Rio Betim	Montante	<b>Betim</b>	298.258				Bom	Médio	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
BP071	Rio Betim	Jusante			M. Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim	Ruim	M. Ruim
BP086	Ribeirão Sarzedo	Jusante	<b>Ibirité</b>	132.335				Médio	Médio	Médio	Médio	Ruim	Médio	Médio
BP084	Rio Maranhão	Jusante	<b>C. Lafaiete</b>	99.515				Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim

**Tabela 12.2:** Avaliação dos parâmetros associados aos esgotos sanitários dos municípios da sub-bacia do rio Paraopeba que possuem população urbana superior a 50.000 habitantes

Estações	Corpo de água	Localização	Município	População Urbana	Violações (%) Período: 1997-2006					
					Coliformes Termotolerantes	Nitrogênio Amoniacal Total	OD	DBO	Fósforo Total	Amônia não ionizável*
BP088	Rio Betim	Montante	<b>Betim</b>	298.258	7,0	0	0	4,0	25,0	10,0
BP071	Rio Betim	Jusante			81,0	76,0	87,0	74,0	87,0	0
BP086	Ribeirão Sarzedo	Jusante	<b>Ibirité</b>	132.335	71,0	0	0	18,0	75,0	0
BP084	Rio Maranhão	Jusante	<b>Conselheiro Lafaiete</b>	99.515	95,8	4	61,0	36,0	75,0	0

\*Violações baseadas na Deliberação Normativa COPAM nº10/86 para corpos de água Classe 1 e 2.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### 12.2. Contaminação por atividades industriais e minerárias

No Estado de Minas Gerais foram verificadas no período de 1997 a 2006 algumas ocorrências de metais tóxicos em desconformidade com os padrões legais, quais sejam, cobre total, cobre dissolvido, mercúrio total, arsênio total, cádmio total, zinco total, bário total, cromo VI, cromo total e chumbo total, bem como outras substâncias tóxicas como fenóis totais, amônia e íons cianetos livres. Na sub-bacia do rio Paraopeba, não foram identificados casos de Contaminação por Tóxicos Alta em 2006 em função de atividades industriais e minerárias.

Entretanto, foram detectadas ocorrências de fenóis totais e chumbo total acima do limite definido por lei, nas estações monitoradas no rio Paraopeba a jusante da foz do rio Betim (BP072), no rio Maranhão próximo de sua foz com o rio Paraopeba a jusante de Congonhas (BP080) e no rio Maranhão na localidade de Gajé (BP084). Essas violações são decorrentes das atividades industriais desenvolvidas nos municípios de Betim, Conselheiro Lafaiete e Congonhas.

Portanto recomenda-se a FEAM, com apoio da Polícia Ambiental e das Prefeituras dos municípios, priorizar a fiscalização na região e respectivas empresas para verificar as ações de controle ambiental adotadas, solicitando programa de melhoria da gestão ambiental e medidas pertinentes.

### 12.3. Contaminação por mau uso do solo

Entre 1997 e 2006, foram verificadas em Minas Gerais várias ocorrências de alumínio total, manganês total, ferro dissolvido e turbidez em desconformidade com os padrões legais. Esses parâmetros se destacam por caracterizar, principalmente, o mau uso do solo no Estado.

Na sub-bacia do rio Paraopeba, a única ocorrência de Contaminação por Tóxicos Alta em 2006 foi observada para o **chumbo total** na estação do rio ribeirão São João monitorado próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP076).

O **uso de fungicidas e fertilizantes** contendo o **chumbo** em sua composição nas culturas agrícolas desenvolvidas na sub-bacia do rio Paraopeba é o principal responsável pela ocorrência desse metal. A elevada concentração de chumbo pode ser associada também ao revolvimento dos sedimentos que contém esse metal, devido às atividades de mineração do zinco, processo agravado no período de chuvas.

Portanto, recomenda-se a EMATER, IMA, agências financiadoras de pesquisa e indústria de agroquímicos orientações técnicas sobre a utilização correta e eficaz de corretivos do solo na agricultura.

Vale ressaltar, ainda, que o ribeirão Grande a montante de sua foz no rio Paraopeba (BP090) também apresentou 25% das ocorrências de chumbo total acima do limite legal em 2006, resultando em CT Média. A presença deste metal sugere impactos de atividades agrícolas presentes nesta região da bacia.

Destaca-se ainda a degradação e a erosão sofrida em vários trechos do rio Paraopeba e seus afluentes, além da falta de cobertura vegetal. Esses fatores contribuem para o



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

transporte de sedimentos e conseqüente assoreamento, prejudicando a qualidade das águas. Os impactos decorrentes do mau uso do solo foram observados especialmente no rio Paraopeba em Jeceaba (BP027), Belo Vale (BP029) e na localidade de Melo Franco (BP036). Esses corpos de água sofreram maiores impactos de poluição difusa, na época chuvosa, com destaque para o manganês total, turbidez e cor, com 100%, 25% e 50% de ocorrências acima dos limites legais, respectivamente, em 2006.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

### 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 de águas aplicados a águas correntes. Trad. J. H. Saar, Florianópolis: FATMA/GTZ.

ESTEVES, FRANCISCO A. 1998. Fundamentos de limnologia. 2<sup>a</sup>. Edição. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 602 p.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

\_\_\_\_\_. 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.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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

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

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

MACÊDO, J. A. B. Introdução a química ambiental: Química, meio ambiente 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

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.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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 2006

# **ANEXOS**

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS  
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**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 2006

<b>UPGRH SF3</b>			
<b>MUNICÍPIO</b>	<b>POPULAÇÃO</b>		
	<b>TOTAL</b>	<b>URBANA</b>	<b>RURAL</b>
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>



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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

## 1. Coliformes Fecais

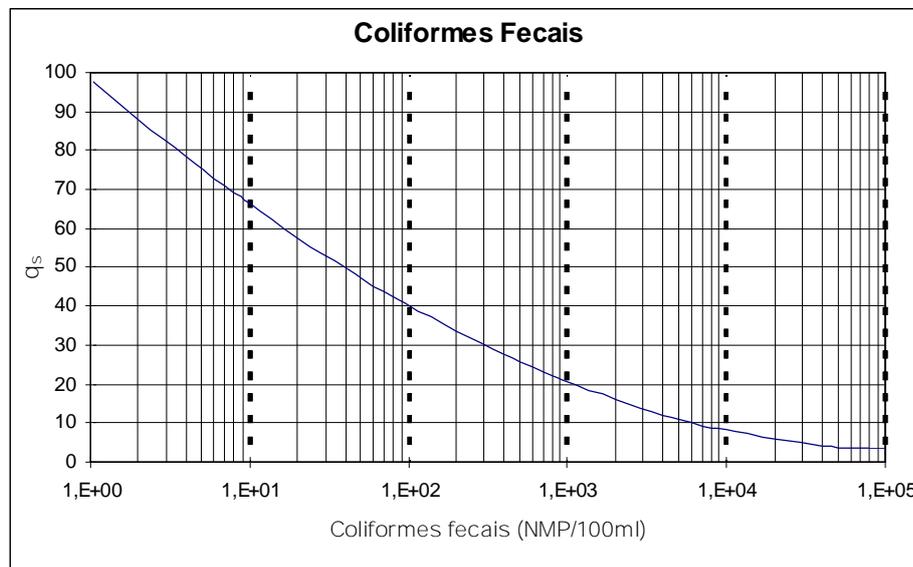
As equações para o cálculo da qualidade ( $q_s$ ) do parâmetro Coliformes Fecais (CF) são:

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

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

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

$$\Rightarrow q_s = 3,0$$



## 2. Potencial Hidrogeniônico – pH

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

Para  $pH \leq 2,0$

$$\Rightarrow q_s = 2,0$$

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

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

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

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

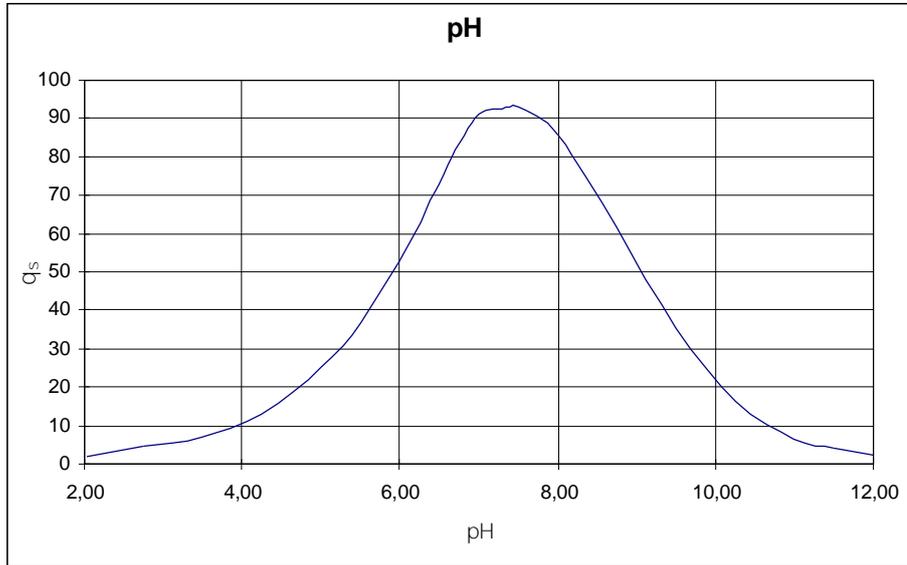
Para  $7,1 < pH \leq 12$

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

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

$\Rightarrow$

$$q_s = 3,0$$



### 3. Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

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

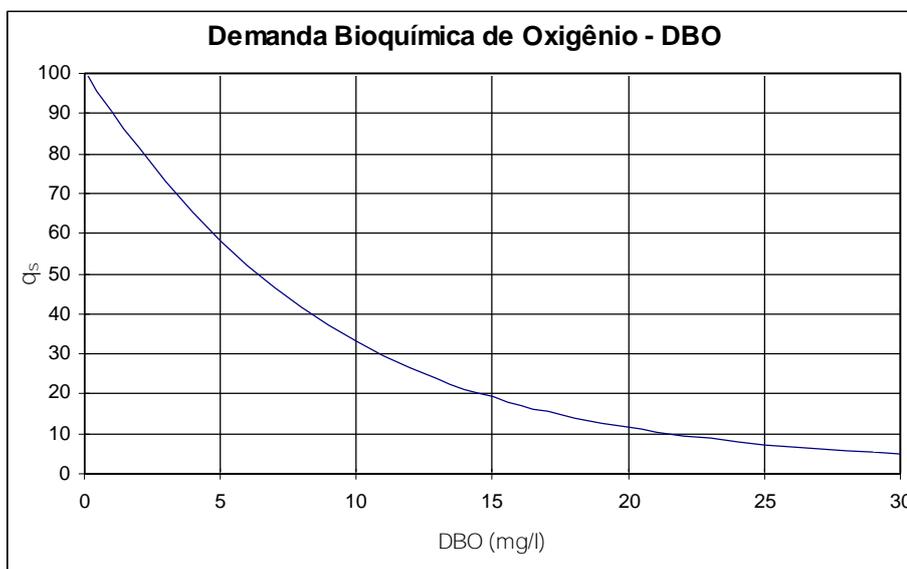
Para  $\text{DBO} \leq 30 \text{ mg/l}$

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

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

$\Rightarrow$

$$q_s = 2,0$$



#### 4. Nitrato – NO<sub>3</sub>

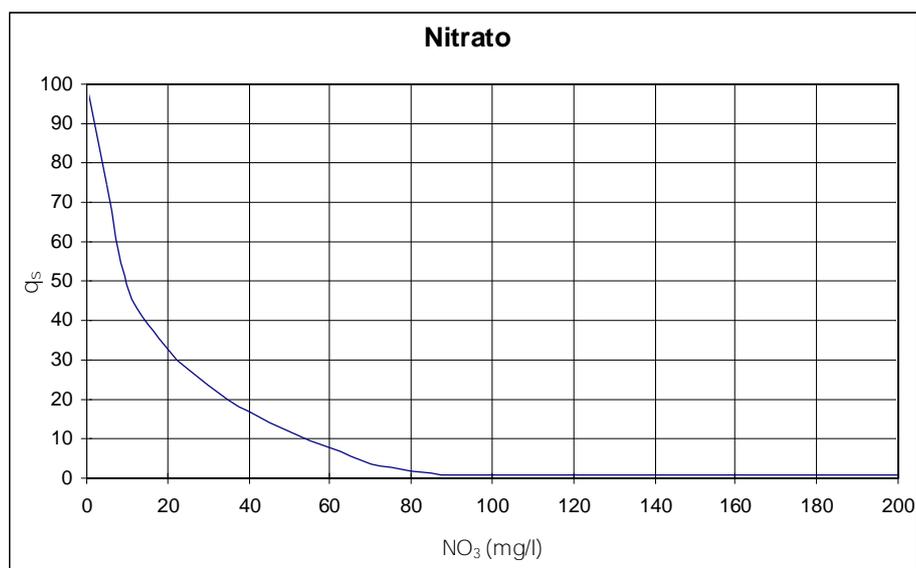
As equações para o cálculo da qualidade (qs) do parâmetro Nitrato (NO<sub>3</sub>) são:

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 ⇒  $q_s = 1,0$

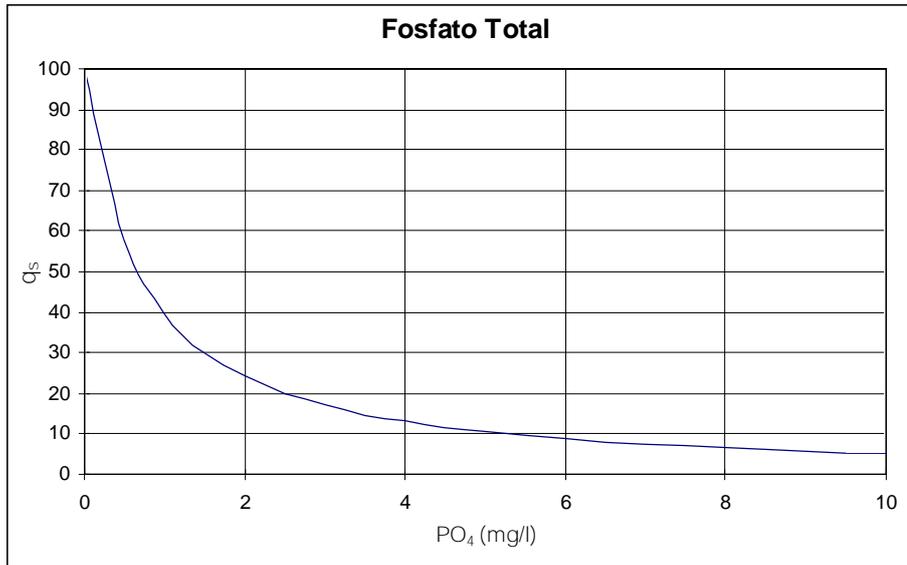


#### 5. Fósforo Total – PO<sub>4</sub>

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 ⇒  $q_s = 79,7 \times (PO_4 + 0,821)^{-1,15}$

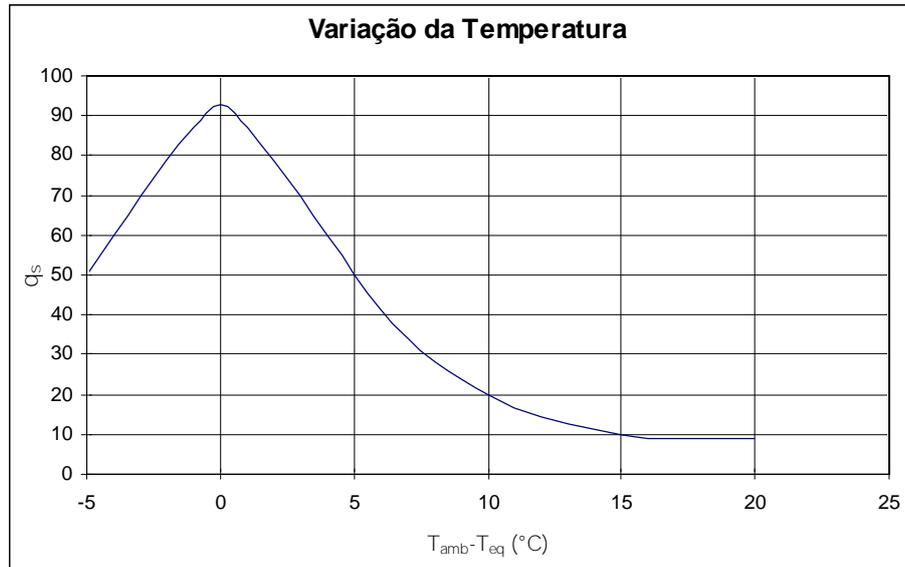
Para PO<sub>4</sub> > 10,0 mg/l ⇒  $q_s = 5,0$



## 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 Dt sempre igual a zero onde  $q_s=92,00$ .**

### 7. Turbidez

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

Para  $Tu \leq 100$

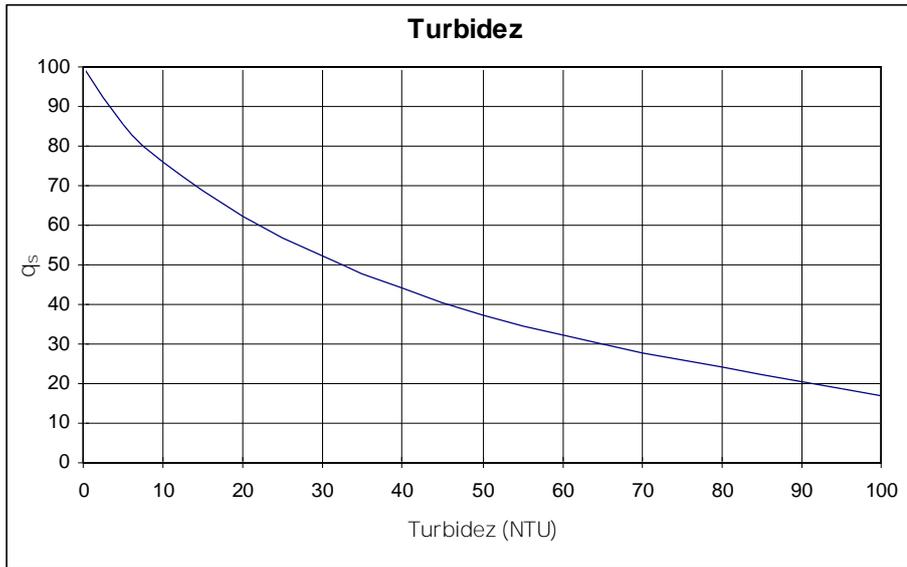
$$q_s = 90,37 \times e^{(-0,0169 \times Tu)} - 1,5 \times \cos(0,0571 \times (Tu - 30)) + 10,22 \times e^{(-0,231 \times Tu)} - 0,8$$

Para  $Tu > 100$

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006



### 8. Sólidos Totais - ST

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

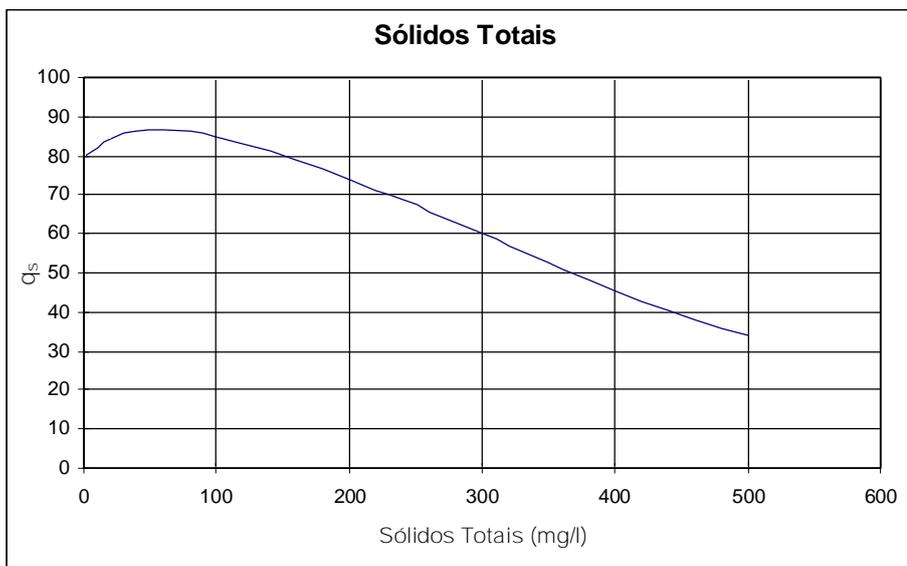
Para  $ST \leq 500$

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

Para  $ST > 500$

$$\Rightarrow q_s = 30,0$$

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



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

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

Para OD% saturação  $\leq 100$  %

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

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  $\leq 140$  %

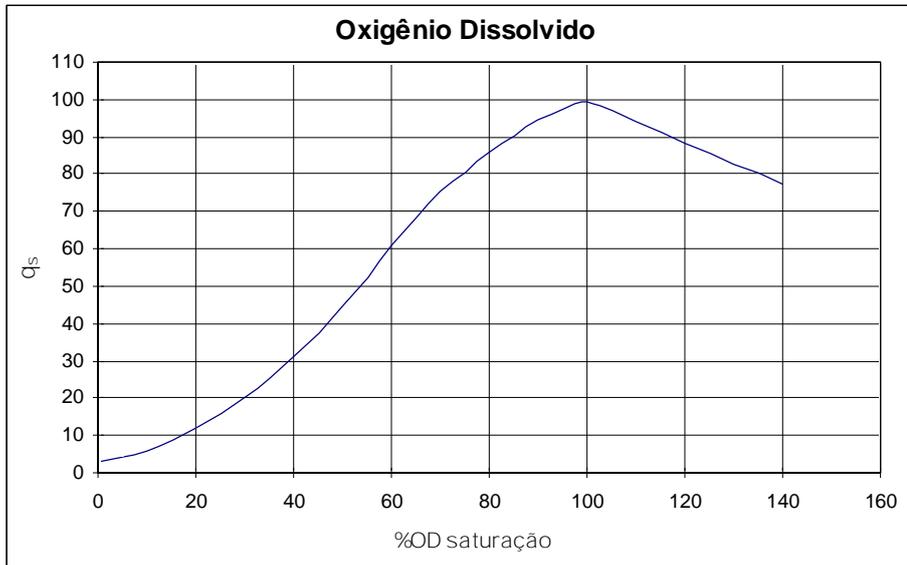
$$q_s = -0,00777142857142832 \times (OD)^2 + 1,27854285714278 \times OD + 49,8817148572$$

Para OD% saturação  $> 140$  %

$$\Rightarrow q_s = 47,0$$

**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 2006



QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS  
NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

**Anexo C**  
**Classificação das Coleções de Água**



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2006

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 2006

**Anexo D**  
**Resultados dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade**  
**das Águas em 2006**



# Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Camapuã na cidade de Jeceaba

Variável	Padrão			Unidade	BP026	BP026	BP026	BP026
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					13/02/06	15/05/06	15/08/06	27/11/06
Hora de Amostragem					12:50	13:00	11:40	13:00
Condições do Tempo					Nublado	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	31	24	25	25
Temperatura da Água				° C	24,9	18,1	20,6	23,8
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,1	6,5	7	7,4
Condutividade Elétrica				µmho/cm	26,4	38,3	39,1	40,2
Turbidez	40	100	100	NTU	282	8,56	3,66	45,7
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	149	61	49	124
Sólidos Totais				mg / L	358	46	55	91
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	51		49	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	307	11	6	39
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,1		16	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,1		16	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,4		16	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6		12	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,3		4	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,01	0,6	1,07	1,12
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,37		1,17	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	1,98		3,43	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 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	0,02	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	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	0,2	0,1	0,2	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,09	0,17	0,16	0,07
Nitrato	1	1	1	mg / L N	0,007		0,005	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000167	0,000129	0,000973	0,001524
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,9	8,6	7,6	6,7
% OD Saturação				%	90,880	98,063	91,378	86,211
DBO	3	5	10	mg / L	2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	33		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 Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	30000	2200	90000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	22000	17000	1700	50000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	50000		2800	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				2
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,137		0,027	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	2,4		4,8	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,01	< 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
Cobre Total				mg / L Cu	0,02	< 0,004	< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,13	0,24	0,29	0,13
Magnésio Total				mg / L Mg	1,1		1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,422	0,076	0,062	0,085
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		0,02	
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	
Toxicidade Crônica								
IQA					41,85	60,03	69,07	52,65
CT					BAIXA	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	BP027	BP027	BP027
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					13/02/06	15/05/06	15/08/06	27/11/06
Hora de Amostragem					13:30	13:40	12:40	13:30
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	30	22	26	26
Temperatura da Água				° C	24,1	18,5	21	23,5
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,6	7	7,5
Condutividade Elétrica				µmho/cm	48,9	67,8	79,4	76,5
Turbidez	40	100	100	NTU	465	11,4	0,85	25,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	125		19	
Sólidos Totais				mg / L	686	65	78	92
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	62		67	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	624	10	11	32
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,2		22,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,2		22,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	19		25,8	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,7		19	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,2		6,8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,42	2,36	3,54	2,69
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,61		1,86	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,57		6,19	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	3		4,4	
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	< 0,01	0,03	0,1	0,08
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3		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	0,3	0,4	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,16	0,35	0,67	0,25
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,013		0,117	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000157	0,000500	0,002003	0,001872
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,9	7,9	7	6,4
% OD Saturação				%	89,352	90,850	84,883	81,830
DBO	3	5	10	mg / L	3	< 2	2	< 2
DQO				mg / L	22		8	
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 Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,08
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	25000	3400	24000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	30000	13000	2700	24000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	50000		1100	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				3
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0088		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,126	0,029	0,036	0,058
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	5,5		7,6	
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	< 0,004	< 0,004	0,005
Cobre Total				mg / L Cu	0,018	< 0,004	0,017	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	0,04	< 0,04	< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000	0,050000	0,050000	< 0,040000
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,08	0,25	0,27	0,14
Magnésio Total				mg / L Mg	1,3		1,7	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,669	0,275	0,422	0,319
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	0,01	0,005	< 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	0,05	0,05	0,03	< 0,02
Toxicidade Crônica								
IQA					41,67	59,52	64,10	55,77
CT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :

Rio Paraopeba na cidade de Belo Vale

Variável	Padrão			Unidade	BP029	BP029	BP029	BP029
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					14/02/06	16/05/06	16/08/06	28/11/06
Hora de Amostragem					13:50	12:40	12:05	12:00
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	31	22	26	25
Temperatura da Água				° C	24,9	19,3	22,1	23,3
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,7	7,3	7,2
Condutividade Elétrica				µmho/cm	44	68	78,6	70,9
Turbidez	40	100	100	NTU	395	21,5	14,1	35
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	134		15	
Sólidos Totais				mg / L	393	71	82	100
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	61		63	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	332	18	19	43
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12		19,3	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12		19,3	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16,6		23	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,8		17,4	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,8		5,6	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,82	2,48	4,21	2,5
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,46		1,96	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,71		6,51	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,2		4,8	
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	0,1	0,04	0,09	0,09
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	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	0,3	0,2	0,4	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,19	0,41	0,95	0,79
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006		0,048	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000500	0,000445	0,004305	0,001865
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,2	7,9	7,7	6,6
% OD Saturação				%	94,398	91,981	95,137	83,646
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	2	< 2
DQO				mg / L	19		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	0,002	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		2	
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	160000	106	1700	1300
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	50000	83	60	500
Streptococos Fecais				NMP / 100 ml	24000		50	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				4,58
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0048		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,115		0,028	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	4,3		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	< 0,004	0,005
Cobre Total				mg / L Cu	0,018	< 0,004	< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,1	0,21	0,23	0,16
Magnésio Total				mg / L Mg	1,4		1,4	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,655	0,14	0,162	0,256
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	0,05		< 0,02	
Toxicidade Crônica								
IQA					40,65	75,35	75,77	66,01
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	BP036	BP036	BP036
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					14/02/06	16/05/06	16/08/06	28/11/06
Hora de Amostragem					15:30	15:05	13:50	13:45
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	32	23	31	28
Temperatura da Água				° C	26,5	20,7	24	25,4
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,8	7,2	7,3
Condutividade Elétrica				µmho/cm	47,9	61,7	68,3	62,8
Turbidez	40	100	100	NTU	559	25	16,6	77,9
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	179		17	
Sólidos Totais				mg / L	595	69	70	122
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	60		58	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	535	18	12	59
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,4		18	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,4		18	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,1		19,8	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,3		18,2	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,8		1,6	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,45	2,23	3,02	2,28
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,65		1,95	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,51		6,01	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,5		4,5	
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	0,26	0,03	0,05	0,1
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4		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	0,3	0,1	0,5	0,3
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,19	0,3	0,73	0,64
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006		0,005	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000703	0,000310	0,004898	0,004070
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,4	7,7	7,5	6,9
% OD Saturação				%	99,909	91,932	96,034	91,012
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	2	< 2
DQO				mg / L	17		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 Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	30000	71	< 2	2200
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	13000	59	< 2	900
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	17000		11	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				4,27
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0061		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,139		0,027	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
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		7,3	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,007	< 0,005	0,01	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cobre Total				mg / L Cu	0,025		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,11	0,51	0,16	0,13
Magnésio Total				mg / L Mg	1,4		0,4	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,934	0,188	0,138	0,306
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	0,014		< 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		< 0,02	
Toxicidade Crônica								
IQA					41,49	76,82	85,56	61,35
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	BP068	BP068	BP068
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					14/02/06	16/05/06	16/08/06	28/11/06
Hora de Amostragem					17:25	16:40	15:25	15:10
Condições do Tempo					Nublado	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	33	21	28	28
Temperatura da Água				° C	26,3	20,1	22,9	25,5
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,7	7,2	7,3
Condutividade Elétrica				µmho/cm	41,4	58,8	68,2	58,4
Turbidez	40	100	100	NTU	390	21,3	1,06	74,1
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	177		13	
Sólidos Totais				mg / L	512	62	79	121
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	63		53	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	449	9	26	63
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,6		17,2	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,6		17,2	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,7		19,5	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,2		17,9	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,5		1,6	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,41	2,19	3,71	2,23
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,58		1,86	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,42		5,76	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,6		4,1	
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	0,28	0,03	0,04	0,09
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	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	0,1	0,2	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,18	0,3	0,73	0,54
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004		0,006	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000231	0,000236	0,001813	0,001366
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7	7,9	7,5	7,3
% OD Saturação				%	93,682	92,706	93,396	96,055
DBO	3	5	10	mg / L	2	< 2	2	< 2
DQO				mg / L	8		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	< 0,001	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	170	14000	17000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	5000	110	2200	5000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	7000		800	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				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				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,008		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,156		0,027	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	3,7		7,2	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,007		< 0,005	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cobre Total				mg / L Cu	0,017		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,13	0,23	0,16	0,14
Magnésio Total				mg / L Mg	1,1		0,4	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,17	0,181	0,115	0,272
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	0,009		< 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	
Toxicidade Crônica								
IQA					43,55	75,18	67,03	56,89
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	BP070	BP070	BP070
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					15/02/06	17/05/06	17/08/06	29/11/06
Hora de Amostragem					13:00	13:00	10:30	12:20
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	33	23	26	24
Temperatura da Água				° C	26	22,6	21,4	23,9
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,8	7	7,3
Condutividade Elétrica				µmho/cm	49	70,4	76,4	87,8
Turbidez	40	100	100	NTU	536	11,4	4,65	93,5
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	152		12	
Sólidos Totais				mg / L	669	79	72	155
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	60		58	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	609	19	14	84
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,4		18,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,4		18,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,2		23,8	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,6		14,8	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,6		8,9	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,07	3	4,77	5,54
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,62		2,01	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,41		7,09	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,6		4,6	
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	0,31	0,03	0,05	0,11
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3		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	0,3	0,1	0,2	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,18	0,29	0,7	1,03
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,007		0,013	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000540	0,000355	0,001031	0,002444
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,9	7,6	6,8	6,8
% OD Saturação				%	91,759	94,040	82,029	86,495
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	16		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	0,002	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	11000	3000	3000	24000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	8000	2300	700	13000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	8000		350	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				2,23
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,174		0,027	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	4,2		5,9	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,014	< 0,005	0,007	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cobre Total				mg / L Cu	0,027		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,06	0,23	0,16	0,13
Magnésio Total				mg / L Mg	1,6		2,2	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,54	0,185	0,077	0,328
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	0,016		< 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	
Toxicidade Crônica								
IQA					41,60	66,09	69,00	50,76
CT					MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA



## 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	BP071	BP071	BP071
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3
Data de Amostragem					15/02/06	17/05/06	17/08/06	29/11/06
Hora de Amostragem					12:00	12:05	12:45	11:10
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	31	24	30	22
Temperatura da Água				° C	26,9	20,6	22,7	23
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,6	7,1	7,2	7,4
Condutividade Elétrica				µmho/cm	221	468	539	278
Turbidez	40	100	100	NTU	222	19,4	34,1	559
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPT	48		45	
Sólidos Totais				mg / L	455	264	315	862
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	132		249	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	323	38	66	682
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	65,5		129,7	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	65,5		129,7	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	57,4		62,4	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	49,3		52,6	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,1		9,8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	25,2	46,9	57,7	29,5
Potássio Dissolvido				mg / L K	4,9		9,56	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	15,3		46,9	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	8,6		17,4	
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	0,25	1,37	2,1	0,02
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,5		1,4	
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	2,9	14,9	24,2	4,9
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,25	0,08	0,06	0,57
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,111		0,008	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,008793	0,091157	0,216275	0,070585
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	2,7	1,6	0,5	2,7
% OD Saturação				%	36,606	18,984	6,203	33,702
DBO	3	5	10	mg / L	15	17	35	17
DQO				mg / L	38		116	
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	0,008	0,001	0,004
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	3,41	0,16
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		> 160000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				3,67
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,132		0,116	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,08	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005		< 0,0005	
Cálcio Total				mg / L Ca	19,8		21,1	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,009		0,007	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		0,006	
Cobre Total				mg / L Cu	0,004		0,005	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000	0,050000	0,050000	< 0,040000
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,03	0,11	0,33	0,03
Magnésio Total				mg / L Mg	2		2,4	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,16	0,27	0,224	0,232
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	< 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	0,08	0,08	0,13	0,11
Toxicidade Crônica								

IQA					25,08	24,30	16,73	25,33
CT					BAIXA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA



## 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	BP072	BP072	BP072
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					15/02/06	17/05/06	17/08/06	29/11/06
Hora de Amostragem					11:15	11:25	13:50	10:30
Condições do Tempo					Nublado	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	29	21	30	22
Temperatura da Água				° C	25,1	20,2	24,8	24,1
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,9	7,1	7,3
Condutividade Elétrica				µmho/cm	59,8	80,8	91,5	93
Turbidez	40	100	100	NTU	237	16,4	3,93	86,7
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	152		18	
Sólidos Totais				mg / L	481	76	75	155
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	59		60	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	422	15	15	77
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,9		22,1	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,9		22,1	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	22,2		24,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,7		19	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,5		5,1	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,73	4,75	7,18	5,3
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,98		2,35	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,99		8,47	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,6		5,3	
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	0,25	0,09	0,17	0,12
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3		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	0,5	1	0,6
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,19	0,19	0,4	0,36
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,011		0,048	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000213	0,001879	0,008244	0,007436
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,3	7,7	6,9	6,9
% OD Saturação				%	95,244	90,553	89,459	88,139
DBO	3	5	10	mg / L	2	< 2	3	2
DQO				mg / L	40		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	< 0,001	0,004	0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		2	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	28000	140	50000	> 160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	14000	140	17000	50000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	13000		2300	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				3,38
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0086		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,115		0,03	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
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		7,6	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,011	< 0,005	< 0,005	0,012
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cobre Total				mg / L Cu	0,022		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	0,05	< 0,04	< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,060000	0,050000	0,050000	< 0,040000
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,13	0,24	0,15	0,21
Magnésio Total				mg / L Mg	1,6		1,2	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,939	0,145	0,093	0,144
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	0,021	< 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	0,07	0,03	< 0,02
Toxicidade Crônica								
IQA					41,97	73,99	56,86	48,31
CT					BAIXA	MÉDIA	BAIXA	BAIXA



## 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	BP076	BP076	BP076
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					17/02/06	19/05/06	21/08/06	01/12/06
Hora de Amostragem					10:45	9:55	10:45	9:35
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	29	18	25	23
Temperatura da Água				° C	25,8	17,8	21,5	23,8
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,8	6,8	7,2	6,9
Condutividade Elétrica				µmho/cm	103	127	142	64,8
Turbidez	40	100	100	NTU	67	103	112	1028
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	152		156	
Sólidos Totais				mg / L	228	143	197	927
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	100		115	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	128	41	82	706
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	35,8		51,1	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	35,8		51,1	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	33,3		43,7	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	26,2		34,4	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7,1		9,3	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,98	4,89	6,53	2,59
Potássio Dissolvido				mg / L K	2,58		2,2	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	7,27		13,8	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,7		3,3	
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	0,11	0,07	0,07	< 0,01
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4		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	0,3	0,1	0,2	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,1	0,23	0,22	0,13
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,012		0,005	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,001334	0,000251	0,001641	0,000972
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6	8	7,2	5,5
% OD Saturação				%	79,274	89,212	86,843	69,651
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	2
DQO				mg / L	20		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	0,002	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	5000	30	140	2300
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	1700	< 2	50	1300
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	3000		90	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				10,68
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,09		0,073	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	10,5		13,8	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	0,007	< 0,005	0,025
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cobre Total				mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,2	0,11	0,23	0,32
Magnésio Total				mg / L Mg	1,7		2,3	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,073	0,098	0,064	0,251
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	0,03	0,04	0,02	0,07
Toxicidade Crônica								
IQA					58,68	68,32	62,03	47,92
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	ALTA



## 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	BP078	BP078	BP078
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					17/02/06	19/05/06	21/08/06	01/12/06
Hora de Amostragem					12:10	11:30	12:30	11:40
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	31	22	27	22
Temperatura da Água				° C	27,7	20,2	23,9	24,2
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,9	8,4	7,2
Condutividade Elétrica				µmho/cm	60,2	81,9	97,6	69,8
Turbidez	40	100	100	NTU	333	42,5	14,6	211
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	127		17	
Sólidos Totais				mg / L	422	98	83	281
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	64		51	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	358	38	32	199
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,3		27,1	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,3		23,1	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,1		25,2	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,9		19,3	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,1		5,9	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,66	3,88	5,78	2,99
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,86		2,09	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	4,18		9,4	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,6		5,4	
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	0,24	0,09	0,08	0,14
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	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	0,3	< 0,1	0,1	< 0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,23	0,72	0,77	0,37
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,007		0,006	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000764	0,000376	0,013779	0,000993
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,2	8,7	9,6	6,3
% OD Saturação				%	84,803	101,506	121,149	80,009
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	5	3
DQO				mg / L	28		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	< 0,001	0,001	0,002
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	1400	40	< 2	30000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	350	40	< 2	3000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	700		< 2	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				3,92
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0083		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,142		0,025	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
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		7,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,013	< 0,005	< 0,005	0,008
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,008
Cobre Total				mg / L Cu	0,019	< 0,004	< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,21	0,1	0,06	0,18
Magnésio Total				mg / L Mg	1,2		1,4	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,835	0,124	0,057	0,299
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	0,07		< 0,02	
Toxicidade Crônica								
IQA					50,72	73,80	77,63	47,71
CT					MÉDIA	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 Suauí

Variável	Padrão			Unidade	BP079	BP079	BP079	BP079
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					13/02/06	15/05/06	15/08/06	27/11/06
Hora de Amostragem					11:55	12:15	11:00	11:55
Condições do Tempo					Nublado	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	26	18	23	25
Temperatura da Água				° C	23,6	17,9	19,6	23,1
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6	6,3	7,1	7,5
Condutividade Elétrica				µmho/cm	31,3	45,1	48,9	52,7
Turbidez	40	100	100	NTU	196	7,74	3,15	29,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	61		36	
Sólidos Totais				mg / L	392	48	52	77
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	51		52	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	341	5		24
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,6		18,4	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,6		18,4	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,9		18,2	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6		13,7	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	2,9		4,5	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,74	0,73	1,14	1,09
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,37		1,12	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	1,91		4,05	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,1		< 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	0,1	0,01	0,04	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3		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	0,3	0,3	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,1	0,14	0,09	0,07
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,01		0,002	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000061	0,000240	0,001707	0,003641
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7	8,2	7,9	7,1
% OD Saturação				%	90,001	93,429	93,314	90,324
DBO	3	5	10	mg / L	2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	19		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	0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		2	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	22000	8000	900	1700
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	14000	8000	600	1100
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	50000		70	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				0,84
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0008		< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,101		0,026	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	2,4		5,5	
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	
Cobre Total				mg / L Cu	0,01		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,16	0,21	0,3	0,42
Magnésio Total				mg / L Mg	0,7		1,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,289	0,196	0,104	0,123
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	0,008		< 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	0,03		< 0,02	
Toxicidade Crônica								
IQA					43,09	61,72	73,00	67,20
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	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	BP080	BP080	BP080
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					13/02/06	15/05/06	15/08/06	27/11/06
Hora de Amostragem					14:50	15:05	13:40	14:15
Condições do Tempo					Chuvoso	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	28	22	28	26
Temperatura da Água				° C	23,4	18,4	21,6	23,9
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,6	6,5	7,1	7,5
Condutividade Elétrica				µmho/cm	77,8	132	160	155
Turbidez	40	100	100	NTU	463	3,2	16	27,1
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	46		11	
Sólidos Totais				mg / L	773	95	134	133
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	64		113	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	709	10	21	20
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	28,4		38,8	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	28,4		38,8	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	28,4		44,9	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,2		24,2	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,2		20,7	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,75	7,2	10	4,29
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,82		3,31	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,1		11,2	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	6,4		11,9	
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	0,19	0,12	0,21	0,25
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,5		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	0,2	0,9	1,9	0,8
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,26	0,53	1,46	0,67
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,021		0,347	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000474	0,001183	0,012490	0,015404
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,7	6	4,9	5,1
% OD Saturação				%	85,582	68,937	60,252	65,841
DBO	3	5	10	mg / L	3	4	5	7
DQO				mg / L	15		19	
Cianeto Livre	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	0,02	< 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	0,004	0,004	< 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	0,06	< 0,05
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	90000	13000	90000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	30000	90000	8000	50000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	90000		2300	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				11,98
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0076		0,0011	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,186	0,042	0,068	0,07
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	8,1		9,7	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,02	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	0,005	0,004	< 0,004	0,005
Cobre Total				mg / L Cu	0,024	0,01	< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	0,05	< 0,04	< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,060000	0,050000	0,050000	< 0,040000
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,08	0,2	0,19	0,11
Magnésio Total				mg / L Mg	2		5	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	3,65	0,661	1,435	1,019
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	0,021	< 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	0,08	0,04	0,04	< 0,02
Toxicidade Crônica								
IQA					39,24	46,78	50,01	44,97
CT					MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	BAIXA



## Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

**Descrição da Estação :**  
Rio Paraopeba na localidade de São José, em  
Esmeraldas

Variável	Padrão			Unidade	BP082	BP082	BP082	BP082
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					16/02/06	18/05/06	18/08/06	30/11/06
Hora de Amostragem					11:55	12:10	10:30	10:10
Condições do Tempo					Nublado	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	33	27	27	25
Temperatura da Água				° C	26,2	21	24,2	24,2
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,5	7,3	7,3
Condutividade Elétrica				µmho/cm	58	79,6	97,2	73
Turbidez	40	100	100	NTU	290	29,9	19,7	225
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	60		17	
Sólidos Totais				mg / L	441	82	112	276
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	54		62	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	387	23	50	179
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,5		20	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,5		20	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,9		22,4	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,7		17,8	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,2		4,6	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,48	4,11	6,27	2,86
Potássio Dissolvido				mg / L K	2		2,22	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	4,08		8,72	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,2		6,4	
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	0,27	0,11	0,13	0,14
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	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	0,1	0,1	0,4	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,29	0,16	0,91	0,66
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,008		0,038	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000230	0,000159	0,004992	0,001248
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,2	7,2	7,1	6,2
% OD Saturação				%	82,613	85,926	90,682	79,184
DBO	3	5	10	mg / L	3	3	< 2	4
DQO				mg / L	29		25	
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	< 0,05	< 0,05	0,2
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	17000	3000	11000	17000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	3000	110	70	7000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	3000		40	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				7,61
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0065		0,0006	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,142		0,039	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	5,1		7,1	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,01	< 0,005	< 0,005	0,01
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cobre Total				mg / L Cu	0,028		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	0,05		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,060000		0,050000	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,05	0,2	0,08	0,18
Magnésio Total				mg / L Mg	1,5		1,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,821	0,125	0,135	0,33
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	0,016		< 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		0,03	
Toxicidade Crônica								
IQA					44,09	70,37	73,33	44,57
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	BP083	BP083	BP083
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					17/02/06	19/05/06	21/08/06	01/12/06
Hora de Amostragem					10:15	9:35	11:10	10:15
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	28	17	26	22
Temperatura da Água				° C	25,5	18,2	22,8	24,7
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,6	6,7	7,3	7,1
Condutividade Elétrica				µmho/cm	66,3	83	94,5	73
Turbidez	40	100	100	NTU	213	45,8	0,82	183
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	126		16	
Sólidos Totais				mg / L	373	98	88	241
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	70		52	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	303	36	36	141
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,8		23,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,8		23,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,9		23,6	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,2		18	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,7		5,6	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	4,38	3,28	5,86	2,61
Potássio Dissolvido				mg / L K	2,02		2,25	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	4,4		9,28	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,4		4,3	
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	0,19	0,05	0,09	0,16
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3		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	0,19	0,78	1,36	0,54
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005		0,007	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,000275	0,000205	0,00226186	0,000818605
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,3	8,2	7,8	6,1
% OD Saturação				%	82,711	92,219	96,7084445	78,73698067
DBO	3	5	10	mg / L	2	< 2	2	3
DQO				mg / L	28		12	
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	0,002
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	40	1700	11000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	280	40	200	3000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	3000		400	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				1,79
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,105		0,037	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
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		7,2	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,012	< 0,005	< 0,005	0,012
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,006
Cobre Total				mg / L Cu	0,014	< 0,004	< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,050000		0,05	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,1	0,1	0,07	0,28
Magnésio Total				mg / L Mg	2,4		1,4	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,721	0,129	0,109	0,286
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	0,014		< 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	0,02	< 0,02	< 0,02
Toxicidade Crônica								
IQA					52,74	73,45	73,25	47,28
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	BP084	BP084	BP084
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
<b>UPGRH</b>								
<b>Classe de Enquadramento</b>					<b>Classe 2</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Classe 2</b>
<b>Data de Amostragem</b>					13/02/06	15/05/06	15/08/06	27/11/06
<b>Hora de Amostragem</b>					10:55	11:25	10:00	11:10
<b>Condições do Tempo</b>					Nublado	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	27	20	22	24
Temperatura da Água				° C	22,9	19,3	20,2	22,8
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6	6,4	6,9	7,4
Condutividade Elétrica				µmho/cm	68,2	113	188	117
Turbidez	40	100	100	NTU	98,4	9,91	18,4	7,98
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	57		15	
Sólidos Totais				mg / L	162	85	130	97
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	64		106	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	98	18	24	20
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,4		54,6	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,4		54,6	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	25,3		38,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,2		23	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,1		15,1	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,41	5,71	12	2,57
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,92		3,14	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	3,09		14,7	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	8,1		12,1	
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	0,11	0,16	0,57	0,1
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	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	0,3	2,7	5,8	2,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,27	0,21	0,13	0,07
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,036		0,005	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00017279	0,0030108	0,02179111	0,029827093
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	4,6	4	1,2	2,2
% OD Saturação				%	58,4753157	47,1133726	14,4071939	27,90727549
DBO	3	5	10	mg / L	2	3	11	11
DQO				mg / L	9		35	
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	0,005	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	0,06	0,06
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	22000	> 160000	90000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	30000	5000	> 160000	9000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	50000		> 160000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				2,46
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	0,0032		0,0006	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,06	0,071	0,109	0,108
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
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		9,2	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,007	0,011	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004	0,005	0,004	0,006
Cobre Total				mg / L Cu	0,005	< 0,004	< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,05	0,05	0,05	< 0,04
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,1	0,35	0,47	0,39
Magnésio Total				mg / L Mg	2,7		3,7	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,607	1,92	2,333	2,056
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	0,009	< 0,004	0,005	< 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	0,06	0,02	< 0,02
Toxicidade Crônica								
IQA					43,33	51,10	26,75	41,80
CT					BAIXA	BAIXA	MÉDIA	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	BP086	BP086	BP086
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					15/02/06	17/05/06	17/08/06	29/11/06
Hora de Amostragem					13:55	13:55	11:10	13:15
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	32	26	28	24
Temperatura da Água				° C	26,5	21,3	21,6	23,9
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7	7,1	7,1	7,5
Condutividade Elétrica				µmho/cm	250	267	315	351
Turbidez	40	100	100	NTU	25,6	4,88	8,08	40,8
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	26		18	
Sólidos Totais				mg / L	202	164	209	233
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	147		174	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	55	4	35	36
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	48,2		46,5	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	48,2		46,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	53,2		53,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42,1		42,8	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,1		10,3	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	29,8	25,4	44,3	29,9
Potássio Dissolvido				mg / L K	3,79		3,72	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	26,8		42	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	23,1		26	
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	0,07	0,04	0,37	0,14
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4		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	0,2	0,1	1,6	0,3
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,72	0,85	1,16	0,24
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,106		0,086	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00147619	0,00064337	0,01051758	0,005776317
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	5,9	7,4	7	5,4
% OD Saturação				%	79,318267	89,0964713	84,8342935	68,7034927
DBO	3	5	10	mg / L	2	2	25	7
DQO				mg / L	24		55	
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	0,003
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		4	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,09	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	13000	100	> 160000	50000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	5000	90	> 160000	14000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	13000		> 160000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				54,9
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,064		0,062	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	16,9		17,1	
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	
Cobre Total				mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,05		0,05	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,06	0,09	0,2	0,06
Magnésio Total				mg / L Mg	2,7		2,5	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,235	0,128	0,089	0,677
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		0,04	
Toxicidade Crônica								
IQA					58,50	76,21	35,62	49,68
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	BP088	BP088	BP088
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					15/02/06	17/05/06	17/08/06	29/11/06
Hora de Amostragem					10:05	10:10	9:40	9:20
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	28	19	24	20
Temperatura da Água				° C	26,8	21,1	22,2	23,5
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,5	6,3	7	7
Condutividade Elétrica				µmho/cm	138	135	136	150
Turbidez	40	100	100	NTU	8,24	7,72	4,77	11,1
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	30		14	
Sólidos Totais				mg / L	98	87	86	91
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	85		77	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	13	6	9	7
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	47		36,1	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	47		36,1	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	43,9		45,6	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	36,9		39,1	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7		6,5	
Cloro Total	250	250	250	mg / L Cl	4,03	12,7	11,3	16,5
Potássio Dissolvido				mg / L K	3,76		3,55	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	8,75		8,91	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	5,3		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	0,03	< 0,01	0,02	0,01
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,5		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	0,1	0,3	0,6	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,3	0,07	0,14	0,41
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006		0,003	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00235146	0,00030287	0,00327385	0,000598407
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,7	6,3	6,6	6,8
% OD Saturação				%	91,8751287	76,563561	82,1006917	86,95672163
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	19		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	0,002	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	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	< 2	< 2	< 2	< 2
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	< 2	< 2	< 2	< 2
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	< 2		170	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				0,64
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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		0,064	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005		< 0,0005	
Cálcio Total				mg / L Ca	14,8		15,7	
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	
Cobre Total				mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,05	0,05	0,05	< 0,04
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,04	0,1	0,04	< 0,03
Magnésio Total				mg / L Mg	1,7		1,6	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,085	0,55	0,181	0,162
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	< 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	0,06	0,06	0,02	< 0,02
Toxicidade Crônica								
IQA					88,52	85,00	88,28	87,34
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	BP090	BP090	BP090
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					16/02/06	18/05/06	18/08/06	30/11/06
Hora de Amostragem					10:20	10:30	11:50	11:40
Condições do Tempo					Nublado	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	27	22	26	25
Temperatura da Água				° C	25,7	18,7	23,8	23,7
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,5	6,9	6,8
Condutividade Elétrica				µmho/cm	76,1	81,7	89,3	46,6
Turbidez	40	100	100	NTU	44,4	25,4	7,15	764
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	158		58	
Sólidos Totais				mg / L	131	99	99	663
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	96		81	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	35	29	18	491
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,6		32,4	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,6		32,4	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,2		25,4	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16		20,5	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,2		4,8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,03	2,29	2,96	2,84
Potássio Dissolvido				mg / L K	2,63		2,12	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	5,87		9,38	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1		1,9	
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	0,06	0,02	0,06	< 0,01
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,4		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	0,2	< 0,1	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,17	0,37	0,22	0,55
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,011		0,007	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00035229	0,00026865	0,00048601	0,000767295
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,1	7,6	6,9	6,7
% OD Saturação				%	80,6059333	86,5770822	87,5783997	84,85969806
DBO	3	5	10	mg / L	3	< 2	< 2	3
DQO				mg / L	18		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	
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	17000	8000	60	24000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	3000	5000	< 2	24000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	3000		90	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				3,92
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,066		0,062	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
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		8,2	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,018
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cobre Total				mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,05		0,05	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,27	0,37	0,43	0,47
Magnésio Total				mg / L Mg	2		1,2	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,078	0,078	0,075	0,241
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	
Toxicidade Crônica								
IQA					58,41	60,67	86,73	41,59
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA



## 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	BP092	BP092	BP092
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					14/02/06	16/05/06	16/08/06	28/11/06
Hora de Amostragem					10:30	10:20	9:50	9:50
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	27	17	23	21
Temperatura da Água				° C	21,9	17,7	19,4	20,8
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,2	6,2	6,7	6,9
Condutividade Elétrica				µmho/cm	27,9	25,5	26,7	28,2
Turbidez	40	100	100	NTU	5,89	1,38	0,81	51,6
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	25		12	
Sólidos Totais				mg / L	31	27	31	68
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	26		29	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	5	3	2	35
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,9		8,4	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,9		8,4	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	12,4		9,1	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,8		8,7	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,5		0,5	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	0,51	0,63	0,74	1,14
Potássio Dissolvido				mg / L K	0,75		0,99	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	1,52		1,84	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1		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	< 0,01	0,02	0,04
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	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	0,14	0,09	0,14	0,19
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002		0,002	
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	8,4959E-05	6,2579E-05	0,00022392	0,000392356
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,3	8,4	7,8	7,2
% OD Saturação				%	91,0602612	95,8553353	92,275004	87,7432138
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	< 5		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	0,004
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	17000	78	280	24000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	13000	78	70	24000
Streptococos Fecais				NMP / 100 ml	24000		80	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				0,96
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,015		0,018	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	2,7		3,5	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,005
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cobre Total				mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,05	0,05	0,05	< 0,04
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,05	0,06	0,05	0,07
Magnésio Total				mg / L Mg	1,3		0,1	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,052	0,035	0,018	0,068
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	
Toxicidade Crônica								
IQA					59,12	78,64	80,34	54,72
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA



## 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	BP094	BP094	BP094
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data de Amostragem					14/02/06	16/05/06	16/08/06	28/11/06
Hora de Amostragem					11:15	10:45	10:15	10:15
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	27	18	23	21
Temperatura da Água				° C	22,4	17,5	19,5	20,6
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,1	6,3	6,9	6,8
Condutividade Elétrica				µmho/cm	26	23,8	22,7	23
Turbidez	40	100	100	NTU	2,22	1,72	0,36	17
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	Upt	21		9	
Sólidos Totais				mg / L	26	30	24	48
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	26		23	
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	1	2	1	24
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	3,7		6,9	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	3,7		6,9	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,8		9,6	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,2		7,6	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,5		2,1	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	0,62	0,63	0,65	0,93
Potássio Dissolvido				mg / L K	0,47		0,45	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	1,1		1,21	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,4		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	0,02	0,01	< 0,01	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	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	0,5
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,15	0,09	0,16	0,17
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006		0,002	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	6,9957E-05	7,7616E-05	0,00035709	0,001536977
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,4	8,7	8,2	7,5
% OD Saturação				%	93,1833184	98,7441313	97,1001807	90,90681062
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	< 5		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	0,001	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		2	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	3500	40	140	3000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	90	40	90	3000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	700		110	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				3,47
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	0,0004	< 0,0003	< 0,0003
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,006		0,008	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
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		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	
Cobre Total				mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,05	0,05	0,05	< 0,04
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,08	0,07	0,06	0,06
Magnésio Total				mg / L Mg	1,1		0,5	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,026	0,023	0,02	0,055
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	
Toxicidade Crônica								
IQA					76,79	81,27	80,76	63,92
CT					BAIXA	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	BP096	BP096	BP096
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
<b>UPGRH</b>								
<b>Classe de Enquadramento</b>					<b>Classe 2</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Classe 2</b>
<b>Data de Amostragem</b>					<b>14/02/06</b>	<b>16/05/06</b>	<b>16/08/06</b>	<b>28/11/06</b>
<b>Hora de Amostragem</b>					<b>16:40</b>	<b>16:00</b>	<b>14:50</b>	<b>14:35</b>
<b>Condições do Tempo</b>					<b>Nublado</b>	<b>Bom</b>	<b>Bom</b>	<b>Nublado</b>
Temperatura do Ar				° C	34	25	28	26
Temperatura da Água				° C	28,2	21,1	23,1	23,6
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,5	6,8	7
Condutividade Elétrica				µmho/cm	43,4	46,8	46,1	50,8
Turbidez	40	100	100	NTU	8,97	8,11	1	8,59
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPt	23		8	
Sólidos Totais				mg / L	50	44	41	58
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	39	41	39	45
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	11	3	2	13
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,3		15	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,3		15	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,6		16	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,1		11,2	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,5		4,8	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	1,05	1,44	2,18	2,04
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,64		1,79	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,69		3,57	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1		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	0,03	0,07	0,08
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,3	0,4	0,1	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	0,2	0,2	0,2
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,04	0,1	0,18	0,19
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	0,008	0,014	0,01
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00052717	0,00031986	0,00073536	0,0012053
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,7	7,6	7	6,2
% OD Saturação				%	94,4988651	92,2140849	88,6133073	79,32233191
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	3	2
DQO				mg / L	6	< 5	8	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	0,002	0,001	0,002
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		3	
Substâncias Tensoativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	50000	22000	50000	> 160000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	50000	170	11000	160000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	50000		30000	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				4,64
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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		0,024	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	3,2		4,5	
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	
Cobre Total				mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,05		0,05	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,15	1,12	0,11	0,1
Magnésio Total				mg / L Mg	1,3		1,2	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,082	0,276	0,114	0,121
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	
Toxicidade Crônica								
<b>IQA</b>					<b>55,94</b>	<b>75,35</b>	<b>60,39</b>	<b>49,88</b>
<b>CT</b>					<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>



## 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	BP098	BP098	BP098
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		SF3	SF3	SF3	SF3
UPGRH								
Classe de Enquadramento					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					17/02/06	19/05/06	21/08/06	01/12/06
Hora de Amostragem					14:15	13:10	14:15	13:00
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	31	21	27	25
Temperatura da Água				° C	26,3	19,2	22,5	23,8
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,6	7,1	6,9
Condutividade Elétrica				µmho/cm	241	298	69,8	90,9
Turbidez	40	100	100	NTU	35	22,6	7,6	529
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	UPT	32		31	
Sólidos Totais				mg / L	184	191	456	378
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	145	185	432	153
Sólidos Suspensos Totais				mg / L	39	6	24	225
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42,9		94,2	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42,9		94,2	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	40		55,8	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	35,1		45,7	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,9		10,1	
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	20,8	26,8	57,5	2,8
Potássio Dissolvido				mg / L K	3,19		7,74	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	32		122,8	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	34,8		151	
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	0,18	0,79	0,01
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,6	0,5	0,8	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	0,9	0,3	3,9	0,1
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,63	1,23	0,86	0,27
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,136	0,122	0,205	0,018
Amônia não Ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00165307	0,00052606	0,02733636	0,00048601
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	4	5,8	3,3	4,6
% OD Saturação				%	53,2770501	66,4611877	40,5666312	58,0956637
DBO	3	5	10	mg / L	3	2	2	5
DQO				mg / L	11	6	21	36
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	0,002	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		< 0,05	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	350	40	13000	50000
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	140	< 2	2700	11000
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	2300		600	
Clorofila a	10	30	60	µg / L				1,34
Feofitina a				µg / L				
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al				
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	0,022		0,015	
Boro Dissolvido				mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B				
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cálcio Total				mg / L Ca	14,1		18,3	
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	
Cobre Total				mg / L Cu	< 0,004		0,004	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Cromo Trivalente				mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	0,05		0,05	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,09	0,11	0,19	0,48
Magnésio Total				mg / L Mg	1,2		2,5	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,135	0,147	0,247	0,142
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	
Toxicidade Crônica								
IQA					60,11	73,83	44,00	41,17
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.