

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS  
SUPERFICIAIS DAS BACIAS DOS RIOS BURANHÉM,  
ITANHÉM, JUCURUÇU, SÃO MATEUS E ITABAPOANA**

**RELATÓRIO ANUAL 2009**



**Bacias dos Rios  
Buranhém,  
Itanhém,  
Jucuruçu,  
São Mateus e  
Itabapoana**

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



**GOVERNO  
DE MINAS**



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NAS BACIAS  
DOS RIOS BURANHÉM, ITANHÉM, JUCURUÇU, SÃO MATEUS E ITABAPOANA EM 2009**

**Relatório Anual**

Belo Horizonte  
Dezembro/2010

---

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

---

**Secretário**

José Carlos Carvalho

---

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

---

**Diretoria de Monitoramento e Fiscalização Ambiental**

Marília Carvalho de Melo

**Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento**

Zenilde das Graças Guimarães Viola

**Coordenação do Projeto Águas de Minas**

Wanderlene Ferreira Nacif

---

**FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente**

---

**Presidente**

José Cláudio Junqueira Ribeiro

---

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

---

**Presidente**

Alfredo Gontijo de Oliveira

**Diretoria de Desenvolvimento e Serviços Tecnológicos**

Marcílio César de Andrade

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

José Antônio Cardoso

**Coordenação do Setor de Análises Químicas**

Olguita Geralda Ferreira Rocha

**Coordenação do Setor de Recursos da Água**

Sávio Gonçalves Rosa

I59m

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.  
Monitoramento da qualidade das águas  
superficiais nas bacias dos rios Buranhém, Itanhém,  
Jucuruçu, São Mateus e Itabapoana em 2009. ---  
Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das  
Águas, 2010.  
121p. : mapas

Relatório anual.

1. Qualidade da água – Minas Gerais. 2. Bacias  
Hidrográficas dos rios Buranhém, Itanhém, Jucuruçu,  
São Mateus e Itabapoana. II. Título

CDU: 556.51(815.1)



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

## REALIZAÇÃO:

---

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

---

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

Marília Carvalho de Melo, Engenheira Civil – Diretora

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

Zenilde das Graças Guimarães Viola, Química – Gerente

#### **Coordenação do Monitoramento de Águas Superficiais**

Wanderlene Ferreira Nacif, Química – Coordenadora

#### **Coordenação do Monitoramento de Águas Subterrâneas**

Maricene Menezes de Oliveira Mattos Paixão, Geóloga – Coordenadora

#### **Coordenação da Hidrometria**

Márcio Otávio Figueiredo Junior, Eng. Civil – Coordenador

#### **Coordenação do Geoprocessamento**

Beatriz Trindade Laender, Geógrafa – Coordenadora

#### **Coordenação do SIMGE**

Paula Pereira de Souza, Meteorologista – Coordenadora

#### **Equipe Técnica Águas de Minas**

Aline Ribeiro Alkmim, Engenheira Química

Alysson Eustáquio Gurgel, estagiário de Ciências Biológicas

Ellen Almeida da Cruz, estagiária de Gestão Ambiental

Gustavo André Melo, estagiário de Comunicação

Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga

Lorena Soares de Brito Silva, estagiária de Ciências Biológicas

Ludmila Vieira Lage, Estatística

Marcella Assis Guerra, estagiária de Ciências Biológicas

Mariana Moreira Nunes de Carvalho, Ecóloga

Mateus Folate Pereira Amorim, Engenheiro Químico

Milton Olavo de Paiva Franco, Químico

Raquel Souza Mendes, Bióloga

Regina Márcia Pimenta de Mello, Bióloga

Rômulo Cajueiro de Melo, Biólogo

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Thiago Augusto Borges Rodrigues, Biólogo e estudante de Estatística

Vanessa Kelly Saraiva, Química



## **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009**

### **Equipe Técnica Geoprocessamento**

Denise Aparecida Avelar Costa Silva, Geógrafa  
Igor Lacerda Ferreira, Geógrafo  
Luiza Gontijo Álvares de Campos Abreu, estagiária de Geografia  
Matheus Duarte Santos, Geógrafo  
Miguel Fernandes Felipe, Geógrafo  
Nádia Antônia Pinheiro Santos, Geógrafa

### **Equipe Técnica Hidrometria**

Mário Henrique Souza e Moura, Geógrafo  
Thiago Luiz Ferreira, Eng. Civil  
Solange Aparecida Iemes da Rocha, MGS  
Louise Correa Palhares, estagiária de Engenharia Ambiental  
Adair Rodrigues Filho, Auxiliar de Hidrometrista  
Adenilson campos do Carmo, Auxiliar de Hidrometrista  
Antonio Calixto da Silva, Auxiliar de Hidrometrista  
Antônio Rodrigues de Castro, Auxiliar de Hidrometrista  
Carlos Alberto Martins, Auxiliar de Hidrometrista  
Carlos José Pereira, Hidrometrista  
Cecilio Marques Pereira, Hidrometrista  
Cleuton Gonçalves, Auxiliar de Hidrometrista  
Gilberto Antonio De Araujo, Hidrometrista  
Mauro Evaristo Fagundes, Hidrometrista  
Orlando Barbosa da Silva, Auxiliar de Hidrometrista  
Rui Guimarães Pereira Filho, Hidrometrista  
Valmir Gomes, Hidrometrista

### **Equipe Técnica Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais/SIMGE**

Leonardo Cristiano Matos, Geógrafo  
Raimundo Nonato Frota Fernandes, Analista de Sistemas  
Ricardo Torres Nunes, Analista de Sistemas  
Diego Gontijo Lacerda, estagiário de Geografia



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

## APOIO:

---

### Administrativo

---

Marina Francisca Nepomuceno, auxiliar administrativo

---

### Informações Hidrológicas

---

IGAM - Gerência de Apoio a Regularização Ambiental

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

---

### Coletas de Amostras e Ensaios

---

#### CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

##### Setor de Medições Ambientais - SAM

José Antônio Cardoso, Químico - Coordenador

Marina Miranda Marques Viana, Química

Patrícia Neres dos Santos, Química

Patrícia Pedrosa Marques Guimarães, Química

Vagner Fernandes Knupp, Químico

Elaine Karine Gonçalves, técnica em Química

Ellen Denise Lopes Alves, técnica em Química

Érica Soares Pereira, técnica em Química

Eugênio Pacelli de Oliveira Júnior, técnico em Química

Flávio Caldeira Oliveira Silva, técnico em Química

Gleidiane Salomé de Souza, técnica em Química

João de Deus Costa Neto, coletor - técnico em Química

Josiane Gonçalves de Oliveira Gomes, técnica em Química

Leidiane dos Reis Lima, técnica em Química

Luciana Ferreira dos Santos, técnica em Química

Marli da Silva Costa, técnica em Química

Maurílio César de Faria, coletor - técnico em Química

Renata Patrícia Santos, técnica em Química

Tiago Marques Figueiredo, técnico em Química

Wesley da Cruz Oliveira, técnico em Química

##### Setor de Análises Químicas - STQ

Olguita Geralda Ferreira Rocha, Química e Bioquímica Farmacêutica - Coordenadora

Renata Vilela Cecílio Dias, Química



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Andréa Moreira Carvalho, Química

Eduardo Henrique Martins de Oliveira, técnico em Química

Geraldo do Carmo, técnico em Química

Gilson Ventura, técnico em Química

### **Setor de Recursos da Água - SAA**

Sávio Gonçalves Rosa, Biólogo - Coordenador

Bárbara Fernanda de Melo Jardim, Bióloga

Cecílio Ferreira Chaves, coletor, Técnico nível médio

Célia de Fátima Machado, Bióloga

Cláudia Lauria Fróes, Bióloga

Cláudia Perroux Cerqueira, Bióloga

Fabiana de Oliveira Gama, Bióloga

Fabiano Alcísio e Silva, Biólogo

Fábio de Castro Patrício, Biólogo

Hanna Duarte Almeida Ferraz, Bióloga

Helena Lúcia Menezes Ferreira, Bióloga

Jordana de Oliveira Vieira, Bióloga

José Carlos dos Santos, coletor -Técnico nível médio

José Marcio Lopes, coletor -Técnico nível médio

Marina Andrada Maria, Bióloga

Nathália Mara Pedrosa Chedid, Bióloga

Rylton Glaysser de Almeida, Técnico nível médio



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

## APRESENTAÇÃO

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

Nesse contexto, conhecer a qualidade das águas em nosso Estado é uma ferramenta básica para definir estratégias que busquem a conservação, a recuperação e o uso racional dos recursos hídricos, reduzindo os conflitos e direcionando as atividades econômicas. O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), por meio do Projeto Águas de Minas, está, desde 2001, desenvolvendo um trabalho que visa aperfeiçoar o monitoramento dos recursos hídricos, com a ampliação da rede de monitoramento das águas superficiais, assim como por meio da implantação do monitoramento das águas subterrâneas, iniciado em 2005.

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

Cleide Izabel Pedrosa de Melo  
Diretora Geral do IGAM

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (UPGRHS) .....	3
3	PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS .....	9
4	INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	10
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	11
5.1	Indicadores da Qualidade das Águas .....	11
5.1.1	<b>Índice de Qualidade das Águas – IQA.....</b>	<b>11</b>
5.1.2	<b>Contaminação por Tóxicos – CT .....</b>	<b>13</b>
5.1.3	<b>Ensaio Ecotoxicológicos.....</b>	<b>14</b>
5.1.4	<b>Índice de Estado Trófico – IET.....</b>	<b>14</b>
5.1.5	<b>Índice de Conformidade ao Enquadramento – ICE.....</b>	<b>16</b>
5.2	Rede de Monitoramento.....	19
5.3	Coletas e Análises.....	20
5.3.1	<b>Coletas .....</b>	<b>21</b>
5.4	Avaliação Temporal .....	23
5.5	Avaliação Espacial.....	23
5.6	Avaliação Ambiental – Pressão x Estado x Resposta.....	23
5.7	Mapas de Qualidade das Águas .....	25
6	ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA.....	26
6.1	O que é Enquadramento dos Corpos de Água .....	26
6.2	Enquadramento dos corpos de água em Minas Gerais.....	26
6.3	Procedimentos metodológicos do enquadramento.....	27
7	OUTORGA .....	29
7.1	O Que é Outorga de Direito de Uso.....	29
7.2	A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais.....	29
8	SITUAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA .....	30
8.1	Indicadores de Qualidade das Águas nas bacias hidrográficas	36
8.1.1	<b>BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO.....</b>	<b>36</b>



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

8.1.2	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE .....	53
8.1.3	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE.....	58
8.1.4	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL .....	62
8.1.5	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA .....	67
8.1.6	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA .....	72
8.1.7	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI.....	76
8.1.8	BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS BUNHARÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM, SÃO MATHEUS E ITABAPOANA .....	80
8.1.9	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO .....	80
9	CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS BACIAS DOS RIOS BURANHÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM, SÃO MATEUS E ITABAPOANA NO ESTADO DE MINAS GERAIS.....	85
9.1	BACIA DO RIO BURANHÉM NO ESTADO DE MINAS GERAIS ...	85
9.1.1	Uso do Solo .....	85
9.1.2	Enquadramento das Águas Superficiais .....	86
9.2	BACIA DO RIO ITANHÉM NO ESTADO DE MINAS GERAIS .....	86
9.2.1	Uso do Solo .....	87
9.2.2	Usos da Água .....	87
9.2.3	Enquadramento das Águas Superficiais .....	87
9.3	BACIA DO RIO JUCURUÇU NO ESTADO DE MINAS GERAIS ...	88
9.3.1	Uso do solo.....	88
9.3.2	Enquadramento das Águas Superficiais .....	88
9.4	BACIA DO RIO SÃO MATEUS NO ESTADO DE MINAS GERAIS.	88
9.4.1	Uso do solo.....	89
9.4.2	Usos da Água .....	89
9.4.3	Enquadramento das Águas Superficiais .....	91
9.5	BACIA DO RIO ITABAPOANA NO ESTADO DE MINAS GERAIS.	91
9.5.1	Uso do Solo .....	91
9.5.2	Usos da Água .....	92
9.5.3	Enquadramento das Águas Superficiais .....	92
9.6	Distribuição das Estações de Amostragem das Bacias dos Rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana no Estado de Minas Gerais.....	92
9.6.1	Qualidade das Águas Superficiais .....	93
10	CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2009 ...	98
10.1	Bacia do rio Buranhém.....	98

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

10.1.1	Rio Buranhém.....	98
10.2	Bacia do rio Itanhém .....	99
10.2.1	Rio Itanhém.....	99
10.3	Bacia do rio Jucuruçu .....	100
10.3.1	Rio Jucuruçu .....	100
10.4	Bacia do rio São Mateus .....	101
10.4.1	Rio São Mateus .....	101
10.5	Bacia do rio Itabapoana .....	105
10.5.1	Rio São João e seu afluente .....	105
11	AVALIAÇÃO AMBIENTAL.....	109
11.1	Análise dos Resultados em Desacordo com os Limites Legais 109	
12	AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL - RESPOSTA .....	114
12.1	Contaminação por esgoto sanitário .....	114
12.2	Contaminação por atividades industriais e minerárias .....	114
12.3	Contaminação por mau uso do solo .....	115
13	BIBLIOGRAFIA .....	116

## FIGURAS

<b>Figura 8.1:</b> Evolução temporal do número de estações de monitoramento no estado de Minas Gerais.....	31
<b>Figura 8.2:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA no estado de Minas Gerais.....	32
<b>Figura 8.3:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET no estado de Minas Gerais. ....	33
<b>Figura 8.4:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos – CT no estado de Minas Gerais. ....	33
<b>Figura 8.5:</b> Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta no estado de Minas Gerais.....	34
<b>Figura 8.6:</b> Evolução temporal dos Ensaio de Ecotoxicidade no estado de Minas Gerais. ....	35
<b>Figura 8.7:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica em Minas Gerais.....	36
<b>Figura 8.8:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio São Francisco.....	37
<b>Figura 8.9:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio São Francisco. ....	38
<b>Figura 8.10:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio São Francisco. ....	38
<b>Figura 8.11:</b> Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio São Francisco e afluentes. ....	39
<b>Figura 8.12:</b> Evolução temporal dos Ensaio de Ecotoxicidade na bacia do rio São Francisco. ....	40
<b>Figura 8.13:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio São Francisco. ....	41
<b>Figura 8.14:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na sub-bacia do rio Pará. ....	42
<b>Figura 8.15:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na sub-bacia do rio Pará. ....	43
<b>Figura 8.16:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na sub-bacia do rio Pará. ....	43

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

<b>Figura 8.17:</b> Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na sub-bacia do rio Pará. ....	44
<b>Figura 8.18:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na sub-bacia do rio Pará.....	45
<b>Figura 8.19:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na sub-bacia do rio Paraopeba. ....	46
<b>Figura 8.20:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na sub-bacia do rio Paraopeba. ....	46
<b>Figura 8.21:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na sub-bacia do rio Paraopeba. ....	47
<b>Figura 8.22:</b> Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na sub-bacia do rio Paraopeba. ....	48
<b>Figura 8.23:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na sub-bacia do rio Paraopeba.....	49
<b>Figura 8.24:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na sub-bacia do rio das Velhas. ....	50
<b>Figura 8.25:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na sub-bacia do rio das Velhas. ....	50
<b>Figura 8.26:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos – CT na sub-bacia do rio das Velhas. ....	51
<b>Figura 8.27:</b> Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na sub-bacia do rio das Velhas. ....	52
<b>Figura 8.28:</b> Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na sub-bacia do rio das Velhas. ....	52
<b>Figura 8.29:</b> Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na sub-bacia do rio das Velhas. ....	53
<b>Figura 8.30:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Grande. ....	54
<b>Figura 8.31:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Grande. ....	55
<b>Figura 8.32:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Grande. ....	55
<b>Figura 8.33:</b> Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Grande. ....	56

<b>Figura 8.34:</b> Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na bacia do rio Grande.....	57
<b>Figura 8.35:</b> Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Grande. ....	58
<b>Figura 8.36:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Doce. ....	59
<b>Figura 8.37:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Doce. ....	59
<b>Figura 8.38:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos – CT na bacia do rio Doce. ....	60
<b>Figura 8.39:</b> Freqüência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Doce.....	61
<b>Figura 8.40:</b> Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na bacia do rio Doce.	61
<b>Figura 8.41:</b> Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Doce.....	62
<b>Figura 8.42:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	63
<b>Figura 8.43:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	64
<b>Figura 8.44:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	65
<b>Figura 8.45:</b> Freqüência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	66
<b>Figura 8.46:</b> Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Paraíba do Sul. ....	67
<b>Figura 8.47:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Paranaíba. ....	68
<b>Figura 8.48:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Paranaíba. ....	69
<b>Figura 8.49:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Paranaíba. ....	69
<b>Figura 8.50:</b> Freqüência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Paranaíba. ....	70

<b>Figura 8.51:</b> Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na bacia do rio Paranaíba. ....	71
<b>Figura 8.52:</b> Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Paranaíba.....	72
<b>Figura 8.53:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Jequitinhonha. ....	73
<b>Figura 8.54:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Jequitinhonha. ....	74
<b>Figura 8.55:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Jequitinhonha. ....	74
<b>Figura 8.56:</b> Freqüência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Jequitinhonha.....	75
<b>Figura 8.57:</b> Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Jequitinhonha.....	76
<b>Figura 8.58:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Mucuri.....	77
<b>Figura 8.59:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Mucuri.....	78
<b>Figura 8.60:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Mucuri.....	78
<b>Figura 8.61:</b> Freqüência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Mucuri. ....	79
<b>Figura 8.62:</b> Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Mucuri. ....	80
<b>Figura 8.63:</b> Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Pardo. ....	81
<b>Figura 8.64:</b> Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Pardo. ....	82
<b>Figura 8.65:</b> Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Pardo. ....	82
<b>Figura 8.66:</b> Freqüência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Pardo. ....	83
<b>Figura 8.67:</b> Freqüência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Pardo.....	84

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

<b>Figura 9.1:</b> Porcentagem de água subterrânea utilizada nas bacias do rio Itanhém em função da vazão em 2009. ....	87
<b>Figura 9.2:</b> Porcentagem de água superficial utilizada na bacia do rio São Mateus, em função da vazão no ano de 2009. ....	90
<b>Figura 9.3:</b> Porcentagem de água subterrânea utilizada na bacia do rio São Mateus, em função da vazão em 2009. ....	90
<b>Figura 9.4:</b> Porcentagem de água superficial utilizada na bacia do rio Itabapoana, em função da vazão no ano de 2009. ....	92
<b>Figura 10.1:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio Buranhém a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto (BU001) no ano de 2009. ....	98
<b>Figura 10.2:</b> Ocorrência de turbidez na estação monitorada no rio Buranhém a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto (BU001) no ano de 2009. ....	99
<b>Figura 10.3:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio Itanhém na cidade de Umburatiba (IN001) no ano de 2009. ....	100
<b>Figura 10.4:</b> Ocorrência de turbidez na estação monitorada no rio Itanhém na cidade de Umburatiba (IN001) no ano de 2009. ....	100
<b>Figura 10.5:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio Jucuruçu (Braço Norte) na cidade de Palmópolis (JU001) no ano de 2009. ....	101
<b>Figura 10.6:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009. ....	102
<b>Figura 10.7:</b> Ocorrência de fósforo total no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009. ....	103
<b>Figura 10.8:</b> Ocorrência de sólidos em suspensão totais no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009. ....	103
<b>Figura 10.9:</b> Ocorrência de clorofila-a no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009. ....	104
<b>Figura 10.10:</b> Ocorrências de cor verdadeira e turbidez no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009. ....	104
<b>Figura 10.11:</b> Ocorrências de manganês total no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009. ....	105
<b>Figura 10.12:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001) ano de 2009. ....	106



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

<b>Figura 10.13:</b> Ocorrência de fósforo total na estação monitorada no rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001) no ano de 2009. ....	106
<b>Figura 10.14:</b> Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio são João na cidade de Caiana (IB003) no ano de 2009. ....	107
<b>Figura 10.15:</b> Ocorrências de turbidez, sólidos em suspensão totais, fósforo total e cor verdadeira na estação monitorada no rio são João na cidade de Caiana (IB003) no ano de 2009.....	108

## TABELAS

<b>Tabela 2.1:</b> Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRH), suas respectivas áreas de drenagem, população (IBGE, 2007 – Contagem da população) e número de estações de amostragem.....	6
<b>Tabela 5.1:</b> Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do IQA.....	12
<b>Tabela 5.2:</b> Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA.....	13
<b>Tabela 5.3:</b> Classificação da Contaminação por Tóxico – CT.....	13
<b>Tabela 5.4:</b> Classificação do Estado Trófico – Rios.....	16
<b>Tabela 5.5:</b> Classificação do Estado Trófico – Reservatórios.....	16
<b>Tabela 5.6:</b> Classificação do Índice de Conformidade de Enquadramento – ICE.....	18
<b>Tabela 5.7:</b> Relação dos parâmetros selecionados para o cálculo do ICE nos corpos de água.....	19
<b>Tabela 5.8:</b> Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas.....	22
<b>Tabela 5.9:</b> Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias.....	22
<b>Tabela 6.1:</b> Classificação dos corpos de água segundo os usos preponderantes.....	28
<b>Tabela 9.1:</b> Dados gerais da bacia do rio Buranhém no estado de Minas Gerais.....	85
<b>Tabela 9.2:</b> Dados gerais da bacia do rio Itanhém no estado de Minas Gerais.....	86
<b>Tabela 9.3:</b> Dados gerais da bacia do rio Jucuruçu no estado de Minas Gerais.....	88
<b>Tabela 9.4:</b> Dados gerais da bacia do rio São Mateus no estado de Minas Gerais.....	89
<b>Tabela 9.5:</b> Dados gerais da bacia do rio Itabapoana no estado de Minas Gerais.....	91
<b>Tabela 9.6:</b> Descrição das estações de amostragem das bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana no estado de Minas Gerais.....	93
<b>Tabela 11.1:</b> Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de resultados em desacordo com os limites da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 nas bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana, no ano de 2009.....	110

## 1 INTRODUÇÃO

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

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

O Projeto Águas de Minas vem atender a uma das ações previstas na Lei 12.584/97, de criação do IGAM, no 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, instituída pela Lei N° 13.199/99 fundamentada na Lei Federal N° 9.433/97.

O monitoramento das águas em Minas Gerais teve 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. No período compreendido entre 1987 e 1995 a Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM monitorou a bacia hidrográfica do rio Verde utilizando os serviços do CETEC. A seguir, contratando os serviços da GEOSOL – Geologia e Sondagens – e, posteriormente, do CETEC, monitorou as bacias hidrográficas do rio das Velhas e do rio Paraopeba de 1993 a 1997.

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

O Projeto Águas de Minas, em execução há treze 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 foram agregados outros, levando a um total de 353 estações monitoradas em 2008, com frequência trimestral. Com a ampliação da rede de amostragem, em 2009 foram implantadas 20 novas estações de monitoramento distribuídas nas bacias dos rios Jequitinhonha (8), Mucuri (3), Pardo (2), Itabapoana e Itapemirim (2), Jucuruçu (1), Estanhem (1), Buranhém (1) e São Mateus (2), totalizando 373 estações.

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;
- Relacionar essas condições com as características de ocupação das diferentes bacias;
- Facilitar a identificação e a implementação de estratégias de aperfeiçoamento de instrumentos gerenciais;
- Definir bacias ou corpos de água onde o detalhamento da macro-rede mostre-se necessário, mediante redes dirigidas;
- Divulgar aos órgãos do judiciário e aos usuários de água o relatório anual de qualidade das águas superficiais;
- Disponibilizar via Internet os resultados trimestrais do monitoramento, bem como relatórios e mapas.

Para tanto, foram estabelecidas as análises a serem realizadas nas amostras de água coletadas. Além dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos são realizadas análises de fitoplâncton e Ensaio de Ecotoxicidade com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. As amostras coletadas nas campanhas completas (período chuvoso e seco) são submetidas à avaliação de cerca de 50 parâmetros e nas campanhas intermediárias, 18 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. Analogamente, os resultados dos parâmetros fósforo total e clorofila-*a* são contemplados em um único índice, Índice de Estado Trófico – IET, de Carlson (1977) modificado por Toledo *et al.* (1983 e 1984) e Lamparelli (2004).

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Os resultados permitem inferir a qualidade das águas dos corpos de água nas Unidades de Planejamento e Gestão dos 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 dos 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 treze anos de monitoramento, são apresentadas avaliações em nível sazonal, ao longo do tempo e do espaço, 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 maneira bastante significativa as ações de gestão e de tomada de decisão.

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

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

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

## 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.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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.

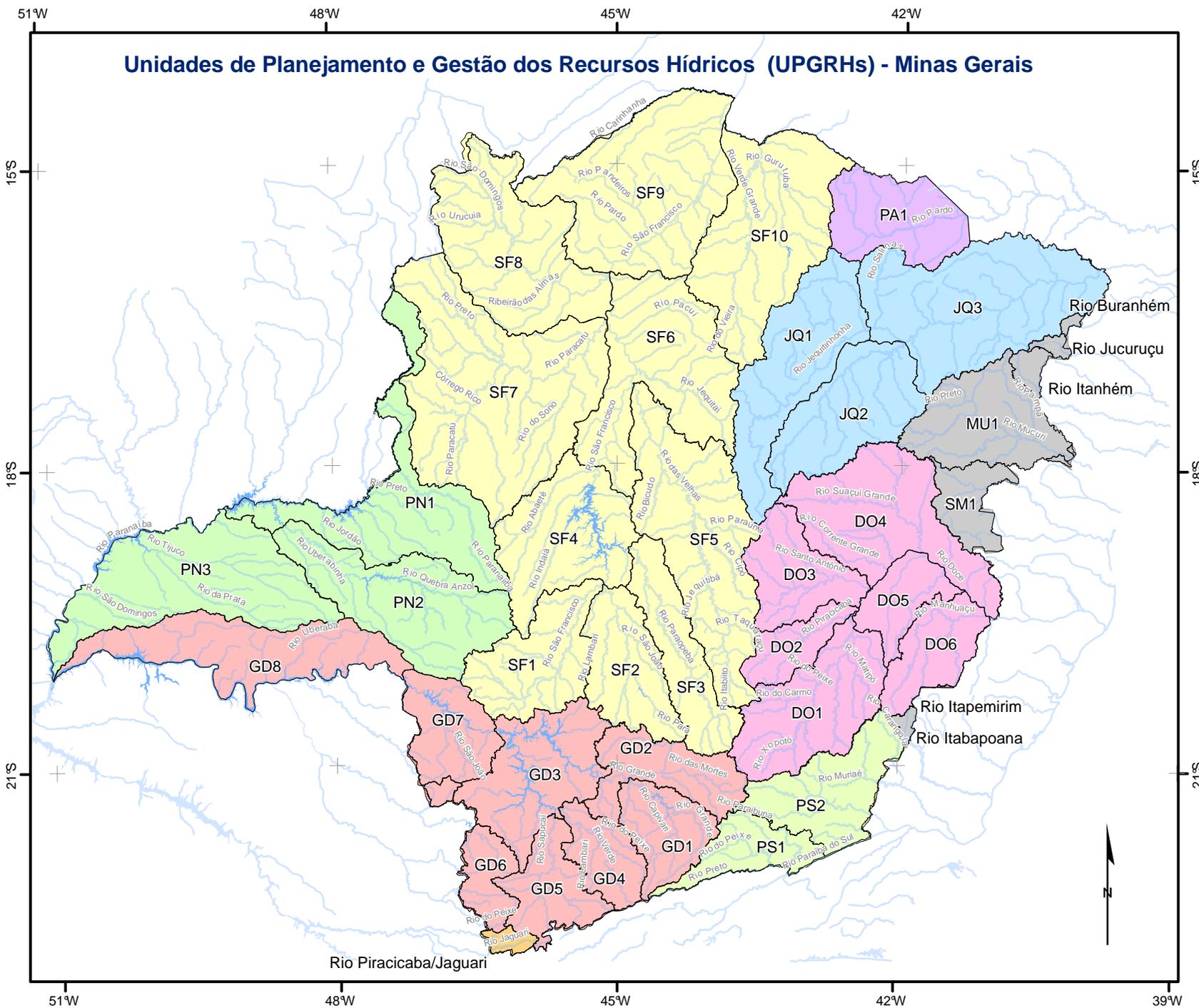
Nesse contexto, foi necessário selecionar os municípios por UPGRH, tendo-se adotado como princípio que a localização do distrito sede define a inserção do mesmo na Unidade. A única exceção refere-se ao município de Contagem, considerado na UPGRH SF5 (Alto e Médio Cursos do rio das Velhas), embora seu 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 é apresentada 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.

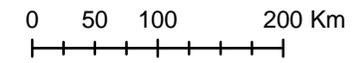
Apesar do caráter técnico na concepção dessas unidades, sua definição foi resultado de um consenso entre os vários níveis de decisão relacionados à gestão das águas.

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

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



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



Execução:  
Projeto Águas de Minas  
2009

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 2009

**Tabela 2.1:** Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRH), suas respectivas áreas de drenagem, população (IBGE, 2007 – Contagem da população) e número de estações de amostragem

Bacia	UPGRH	nº de UPGRHs	Área das UPGRHs (Km <sup>2</sup> )*	Municípios com sede	População Total**	População Urbana	População Rural	Nº estações de amostragem***	Densidade (Est/1000Km <sup>2</sup> )	
Rio São Francisco (SF)	SF1 - Alto rio São Francisco		14.155	20	220.703	190.398	30.305	7	0,49	
	SF4 - Entorno da represa Três Marias		18.655	15	167.584	142.074	25.510	17	0,91	
	SF6 - Rio Jequitai e Pacuí		25.045	19	268.879	189.904	78.975	5	0,20	
	SF7 - Rio Paracatu		41.372	12	269.837	214.572	55.265	8	0,19	
	SF8 - Rio Urucuia		25.033	8	82.863	52.637	30.226	11	0,44	
	SF9 - Rio Pandeiros		31.151	17	270.401	148.539	121.862	7	0,22	
	SF10 - Rio Verde Grande		27.004	24	671.789	503.405	168.384	7	0,26	
	<b>Subtotal São Francisco e Afluentes</b>	<b>7</b>	<b>182.414</b>	<b>115</b>	<b>1.952.056</b>	<b>1.441.529</b>	<b>510.527</b>	<b>62</b>	<b>0,34</b>	
	<b>Pará</b>	SF2 - Rio Pará		12.233	27	702.418	619.721	82.697	26	2,13
	<b>Paraopeba</b>	SF3 - Rio Paraopeba		12.054	35	1.002.381	884.859	117.522	30	2,49
<b>Velhas</b>	SF5 - Rio das Velhas		27.857	44	4.220.092	4.096.462	123.630	35	1,26	
	<b>TOTAL SF</b>	<b>10</b>	<b>234.558</b>	<b>221</b>	<b>7.876.947</b>	<b>7.042.571</b>	<b>834.376</b>	<b>153</b>	<b>0,65</b>	
Rio Paranaíba (PN)	PN1 - Alto rio Paranaíba		22.244	18	450.901	388.009	62.892	5	0,22	
	PN2 - Rio Araguari		21.500	13	768.639	723.611	45.028	8	0,37	
	PN3 - Baixo rio Paranaíba		26.894	13	218.965	186.880	32.085	5	0,19	
	<b>TOTAL PN</b>	<b>3</b>	<b>70.638</b>	<b>44</b>	<b>1.438.505</b>	<b>1.298.500</b>	<b>140.005</b>	<b>18</b>	<b>0,25</b>	



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

**Tabela 2.1:** Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRH), suas respectivas áreas de drenagem, população (IBGE, 2007 – Contagem da população) e número de estações de amostragem – (continuação)

Bacia	UPGRH	nº de UPGRHs	Área das UPGRHs (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 - Alto rio Grande		8.758	21	100.593	72.055	28.538	5	0,57
	GD2 - Rios das Mortes		10.540	30	551.309	478.075	73.234	9	0,85
	GD3 - Entorno do reservatório de Furnas		16.236	35	668.705	524.235	144.470	4	0,25
	GD4 - Rio Verde		6.864	23	448.305	379.288	69.017	17	2,48
	GD5 - Rio Sapucaí		8.826	40	556.513	428.654	127.859	12	1,36
	GD6 - Afluentes dos rios Mogi-Guaçu e Pardo		6.370	21	441.479	363.015	78.464	7	1,10
	GD7 - Médio rio Grande		9.767	18	303.296	261.549	41.747	5	0,51
	GD8 - Baixo rio Grande		18.726	18	481.185	436.092	45.093	6	0,32
	<b>TOTAL GD</b>	<b>8</b>	<b>86.087</b>	<b>206</b>	<b>3.551.385</b>	<b>2.942.963</b>	<b>608.422</b>	<b>65</b>	<b>0,76</b>
Rio Doce (DO)	DO1 - Rio Piranga		17.562	62	693.766	459.396	234.370	15	0,85
	DO2 - Rio Piracicaba		5.686	17	713.550	668.824	44.726	13	2,29
	DO3 - Rio Santo		10.774	23	190.414	117.972	72.442	7	0,65
	DO4 - Rio Suaçuí-Grande		21.544	41	576.449	425.544	150.905	13	0,60
	DO5 - Rio Caratinga		6.708	25	294.016	210.575	83.441	8	1,19
	DO6 - Rio Manhuaçu		8.977	23	305.888	195.612	110.276	8	0,89
	<b>TOTAL DO</b>	<b>6</b>	<b>71.251</b>	<b>191</b>	<b>2.774.083</b>	<b>2.077.923</b>	<b>696.160</b>	<b>64</b>	<b>0,90</b>

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

**Tabela 2.1:** Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRH), suas respectivas áreas de drenagem, população (IBGE, 2007 – Contagem da população) e número de estações de amostragem – (continuação)

Bacia	UPGRH	nº de UPGRHs	Área das UPGRHs (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 - Alto rio Jequitinhonha		19.855	10	102.442	66.106	36.336	4	0,20
	JQ2 - Rio Araçuaí		16.280	21	302.042	148.712	153.330	7	0,43
	JQ3 - Médio e Baixo rio Jequitinhonha		29.617	29	401.794	268.072	133.722	10	0,34
	<b>TOTAL JQ</b>	<b>3</b>	<b>65.751</b>	<b>60</b>	<b>806.278</b>	<b>482.890</b>	<b>323.388</b>	<b>21</b>	<b>0,32</b>
Rio Paraíba do Sul (PS)	PS1 - Rios Preto e Paraibuna		7.199	22	564.787	535.039	29.748	13	1,81
	PS2 - Rios Pomba e Muriaé		13.519	58	801.084	656.151	144.933	16	1,18
	<b>TOTAL PS</b>	<b>2</b>	<b>20.718</b>	<b>80</b>	<b>1.365.871</b>	<b>1.191.190</b>	<b>174.681</b>	<b>29</b>	<b>1,40</b>
Rio Pardo (PA)	<b>Rio Pardo</b>	<b>1</b>	<b>12.729</b>	<b>11</b>	<b>116.920</b>	<b>55.653</b>	<b>61.267</b>	<b>5</b>	<b>0,39</b>
Rio Piracicaba e Jaguari	<b>Rios Piracicaba e Jaguari</b>	<b>1</b>	<b>1.159</b>	<b>4</b>	<b>58.036</b>	<b>42.804</b>	<b>15.232</b>	-	-
Bacias do Leste	Rio Buranhém ****		324	1	11.294	6220	5074	1	3,09
	Rio Jucuruçu ****		715	1	7.041	4438	2603	1	1,40
	Rio Mucuri	1	14569	12	285.543	202469	83704	11	0,76
	Rio Itanhém ****		1.511	4	20.111	13.131	6.980	1	0,66
	Rio Peruípe ****		50	1	8.345	6.847	1.498	-	-
	Rio São Mateus	1	5.641	13	101.914	63.803	38.111	2	0,35
	Rio Itaúnas ****		129	-	-	-	-	-	-
	<b>TOTAL Bacias do Leste</b>	<b>2</b>	<b>22.939</b>	<b>32</b>	<b>434.248</b>	<b>296.908</b>	<b>137.970</b>	<b>16</b>	<b>0,31</b>
Bacia Itabapoana/Itapemirim	Rio Itapemirim ****		32	-	-	-	-	-	-
	Rio Itabapoana ****		666	4	35.283	19.984	15.389	2	3,00
	<b>TOTAL Bacias do Itabapoana/Itapemirim</b>	<b>2</b>	<b>698</b>	<b>4</b>	<b>35.283</b>	<b>19.984</b>	<b>15.389</b>	<b>2</b>	<b>2,87</b>
No Estado	<b>TOTAL Amostrado</b>	<b>35</b>	<b>585.157</b>	<b>849</b>	<b>18.399.520</b>	<b>15.408.582</b>	<b>2.991.658</b>	<b>373</b>	<b>0,64</b>
	<b>TOTAL do Estado</b>	<b>36</b>	<b>586.528</b>	<b>853</b>	<b>18.457.556</b>	<b>15.451.296</b>	<b>3.006.260</b>		

\* As áreas de drenagem foram calculadas a partir da base de dados de UPGRHs (IGAM, 2009) no software ARCGIS na projeção cartográfica Albers Equal Area Conic - South America Datum 1969 (SAD -69).

\*\*Fonte: Contagem da População 2007 - Municípios acima de 170.000 habitantes dados do censo de 2000.

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

\*\*\*\* Não constitui UPGRH, embora sua área seja contabilizada.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### 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 rural;
- 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.

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 podem contaminar águas subterrâneas e superficiais através do seu transporte com o fluxo de água (transporte de sedimentos ou em solução).

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 Ensaio de Ecotoxicidade de qualidade de água, levando em conta os mais representativos, os quais são relatados a seguir:

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

**Parâmetros Químicos:** alcalinidade total, alcalinidade de bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio, dureza total, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), demanda química de oxigênio (DQO), série de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, substâncias tensoativas, óleos e graxas, cianeto total (ensaio realizado até a 2ª campanha de 2009) e cianeto livre (ensaio realizado a partir da 3ª campanha de 2009), fenóis totais, cloreto, potássio, sódio, sulfato total, sulfetos, magnésio, ferro dissolvido, manganês total, alumínio dissolvido, zinco total, bário total, cádmio total, boro total, arsênio total, níquel total, chumbo total, cobre dissolvido, cromo total, selênio total e mercúrio total.

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

**Parâmetro hidrobiológico:** clorofila-a.

**Ensaio de Ecotoxicidade:** Ensaio de Ecotoxicidade Crônica com *Ceriodaphnia dubia*.

O significado ambiental dos parâmetros está descrito no Anexo B.

#### 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, como indicador 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 e de complementar as informações geradas por esse índice, foram adotados também outros indicadores de qualidade de água, conferindo importância a diversos fatores que afetam os usos diversos da água. Assim, a CT – Contaminação por Tóxicos analisa os valores de treze (13) parâmetros contaminantes de origem industrial, minerária e difusa em relação aos limites definidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/08. Os Ensaio de Ecotoxicidade avaliam os efeitos deletérios das substâncias presentes na água sobre os organismos testes e o IET – Índice de Estado Trófico

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

considera a relação entre as variáveis fósforo e clorofila-a, as quais se relacionam diretamente ao processo de eutrofização de um corpo de água.

### 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 descrevem-se os indicadores de qualidade de água utilizados no Projeto Águas de Minas. Na seqüência, aponta-se a rede de monitoramento com 373 estações de amostragem distribuídas em 35 UPGRHs, nas oito (8) principais bacias de Minas Gerais. A seguir, detalham-se os dois tipos de campanhas anuais de coleta e o conjunto de análises executadas para as amostras. O próximo item indica a metodologia analítica dos ensaios feitos para os parâmetros medidos no Projeto Águas de Minas.

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

Com o intuito de relacionar os dados de quantidade com qualidade, selecionaram-se as estações fluviométricas próximas às estações de qualidade do Projeto Águas de Minas. Os dados hidrológicos foram obtidos por meio do portal Hidroweb, no site da Agência Nacional de Águas – ANA.

#### 5.1 Indicadores da Qualidade das Águas

##### 5.1.1 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, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, conforme apresentado na Tabela 5.1,

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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.

**Tabela 5.1:** Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do IQA

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 $\text{PO}_4^{-2}$ )	0,10
Variação da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

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.

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.

Para o cálculo do IQA é utilizado um software desenvolvido pelo CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Na ausência de resultado do parâmetro oxigênio dissolvido e/ou coliformes termotolerantes, o programa não calcula o indicador. Em relação à ausência dos demais parâmetros, o programa redefine os pesos correspondentes, de modo a ser obtido um resultado final compatível, ou seja, o peso é repartido igualmente entre os demais parâmetros.

As curvas médias de qualidade de cada parâmetro, bem como as respectivas equações que são utilizadas no programa de cálculo do IQA estão apresentadas no Anexo C. Ressalta-se que no âmbito do Projeto Águas de Minas, para o cálculo do IQA considera-se o  $q_s$  da variação de temperatura constante e igual a 92. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme a Tabela 5.2.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

**Tabela 5.2:** Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA

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 domésticos e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

### 5.1.2 Contaminação por Tóxicos – CT

Em função das concentrações observadas dos parâmetros tóxicos: arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre e cianeto total, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total, a Contaminação por Tóxicos é caracterizada como Baixa, Média ou Alta. Comparam-se os valores analisados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedam em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%, enquanto a contaminação Alta refere-se às concentrações que excedam em mais de 100% os limites, como mostrado na Tabela 5.3. A pior situação identificada no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do período em consideração. Portanto, se apenas um dos parâmetros tóxicos em uma dada estação de amostragem mostrar-se com valor acima de 100%, isto é, o dobro da sua concentração limite apontada na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008, em pelo menos uma das campanhas do ano, a Contaminação por Tóxicos naquela estação de amostragem será considerada Alta no ano em análise.

**Tabela 5.3:** Classificação da Contaminação por Tóxico – CT

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

P = Limite de Classe definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008

### 5.1.3 Ensaios Ecotoxicológicos

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

Com ampla utilização nos países desenvolvidos e em uso em alguns estados do Brasil, os testes de toxicidade complementam a metodologia tradicionalmente adotada através de padrões de emissão e de qualidade para controle de poluição das águas. Estes testes são ferramentas importantes para a melhor compreensão dos impactos das atividades econômicas sobre um dado corpo de água. Assim, podem ser utilizados como base para ações que visem a redução da toxicidade do despejo líquido, de seu efeito sobre o corpo receptor e, em última instância, a promoção da melhoria da qualidade ambiental. Esse ensaio foi inserido no Projeto “Águas de Minas” a partir da terceira campanha de 2001, visando aprimorar as informações referentes à toxicidade causada pelos lançamentos de substâncias tóxicas nos corpos de água.

No Ensaio de Ecotoxicidade Crônica, o organismo aquático utilizado é o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. São utilizadas as denominações Efeito Agudo, Efeito Crônico e Não Tóxico, para descrever os eventuais efeitos deletérios sobre os organismos aquáticos. O Efeito Agudo é caracterizado por uma resposta severa e rápida a um estímulo, a qual se manifesta nos organismos aquáticos em tempos relativamente curtos (0 a 48 horas), sendo o efeito morte o mais observado, pode-se também notar letargia nas espécies amostradas. O Efeito Crônico caracteriza-se pela resposta a um estímulo que continua por longos períodos (1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida) de exposição do organismo ao poluente, que pode ser expressa através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas, reprodução, etc.

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

### 5.1.4 Índice de Estado Trófico – IET

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento do fitoplâncton devido ao enriquecimento de nutrientes (CETESB, 2008).

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

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

Segundo a CETESB (2008), para o cálculo do Índice do Estado Trófico, foram aplicadas apenas a clorofila-a e o fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, além de muitas vezes não se dispor desses dados. Desse modo, a transparência foi desconsiderada no cálculo do IET adotado pelo Projeto Águas de Minas, assim como na CETESB.

As equações para o cálculo do IET(P) e IET(CL) em ambientes lóticos são apresentadas a seguir:

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

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

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

As equações para ambientes lênticos são apresentadas abaixo:

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

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Os resultados apresentados de IET serão a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila-a, segundo a equação:

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

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

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

**Tabela 5.4:** Classificação do Estado Trófico – Rios

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

**Tabela 5.5:** Classificação do Estado Trófico – Reservatórios

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

### 5.1.5 Índice de Conformidade ao Enquadramento – ICE

O Índice de Conformidade ao Enquadramento – ICE traduz a combinação de três fatores que representam a desconformidade dos parâmetros monitorados em relação aos limites de classe previstos na Deliberação Normativa Conjunta CERH/COPAM nº 01/08.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Os três fatores que compõem o índice representam: a abrangência do impacto causado pela desconformidade; a frequência com que as desconformidades ocorrem; e a amplitude da desconformidade, isto é, o desvio em relação ao valor objetivo da variável de qualidade da água, conforme explicitado a seguir:

**Fator 1 – Abrangência:** Representa o número de variáveis de qualidade da água que violaram os limites previstos na legislação pelo menos uma vez no período de observação.

$$F_1 = \left( \frac{\text{Número de variáveis que violaram}}{\text{Número total de variáveis analisadas}} \right) * 100$$

**Fator 2 – Frequência:** Representa a porcentagem de vezes que variáveis de qualidade da água estiveram em desconformidade em relação ao número de coletas realizadas no período de observação.

$$F_2 = \left( \frac{\text{Número de coletas em desconformidade}}{\text{Número total de coletas realizadas}} \right) * 100$$

**Fator 3 – Amplitude:** Representa a quantidade pela qual o valor testado violou o limite de classe, isto é, a diferença entre o valor observado e o valor estipulado pela legislação. O Fator 3 é calculado em três etapas:

- 1)  **$\Delta v$  – Variação:** O número de vezes em que o valor da coleta excedeu o limite previsto na legislação

\* Se a condição de violação for não exceder o limite:

$$\Delta v = \left( \frac{\text{Valor da coleta}}{\text{Limite da Legislação}} \right) - 1$$

\* Se a condição de violação for não estar abaixo do limite:

$$\Delta v = \left( \frac{\text{Limite da Legislação}}{\text{Valor da coleta}} \right) - 1$$

- 2)  **$s_{nv}$  - Soma Normalizada das Variações:** Reunião das coletas que estão em desconformidade, ou seja, soma de todas as variações individuais que não atenderam aos limites estabelecidos pela legislação, dividido pelo número total de coletas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

$$snv = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta v_i}{\text{Número total de coletas}}$$

3) **O valor F3 é calculado:**

$$F_3 = \left[ \frac{snv}{(0,01 * snv) + 0,01} \right]$$

Desse modo, o ICE será calculado de acordo com a equação:

$$ICE = 100 - \left[ \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right]$$

O valor do ICE varia de 0 a 100, sendo que aqueles próximos de zero indicam uma situação em que a condição do corpo hídrico está muito distante do enquadramento desejado, enquanto que valores próximos de cem apontam uma situação de conformidade com o enquadramento, considerando-se os parâmetros selecionados para o cálculo do indicador. O resultado do ICE é dividido em cinco categorias, apresentadas de acordo com a Tabela 5.6.

**Tabela 5.6:** Classificação do Índice de Conformidade de Enquadramento – ICE

Classificação	Intervalo
Inaceitável	$0 < ICE \leq 45$
Regular	$45 < ICE \leq 65$
Aceitável	$65 < ICE \leq 80$
Bom	$80 < ICE \leq 95$
Excelente	$95 < ICE \leq 100$

O ICE foi adaptado com o objetivo de representar os fatores de pressão (Item 5.5) identificados nas bacias hidrográficas monitoradas no âmbito do Projeto Águas de Minas. Para cada bacia hidrográfica, os resultados dos parâmetros analisados em todas as estações de amostragem dos corpos de água principais foram confrontados com seus respectivos limites de classe. Analisou-se a reincidência de não conformidade desses parâmetros em dois períodos distintos: série histórica de 2005 a 2009 e período recente, 2008 e 2009. A relação dos parâmetros selecionados para compor o índice em cada bacia hidrográfica pode ser observada na Tabela 5.7:

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

**Tabela 5.7:** Relação dos parâmetros selecionados para o cálculo do ICE nos corpos de água

<b>CORPO DE ÁGUA</b>	<b>RELAÇÃO DOS PARÂMETROS SELECIONADOS</b>
Rio das Velhas	Arsênio Total, Chumbo Total, Clorofila-a, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Cromo Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fenóis Totais, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Óleos e Graxas, Oxigênio Dissolvido, pH in loco, Sólidos em Suspensão Totais, Substâncias Tensoativas e Turbidez.
Rio Doce	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Clorofila a, Cobre Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Óleos e Graxas, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.
Rio Grande	Alumínio Dissolvido, Clorofila a, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Fenóis Totais, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, pH in loco, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.
Rio Jequitinhonha	Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Óleos e Graxas, pH in loco, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.
Rio Mucuri	Clorofila a, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Óleos e Graxas, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.
Rio Pará	Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Óleos e Graxas, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.
Rio Paraíba do Sul	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.
Rio Paranaíba	Chumbo Total, Clorofila-a, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Oxigênio Dissolvido, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.
Rio Paraopeba	Chumbo Total, Clorofila-a, Cobre Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.
Rio Pardo	Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Óleos e Graxas, Oxigênio Dissolvido e pH in loco.
Rio São Francisco	Chumbo Total, Clorofila-a, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Oxigênio Dissolvido, Sólidos em Suspensão Totais e Turbidez.

### 5.2 Rede de Monitoramento

A rede de monitoramento é constituída, atualmente, de 373 estações de amostragem, que abrangem as oito (8) maiores bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, cobrindo 564.823,48 km<sup>2</sup> do território mineiro, o que representa 96,3% da área do estado.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

A localização dos pontos de coleta, efetuada em escritório, foi validada ou remanejada em levantamentos de campo, quando foram efetuados os georreferenciamentos utilizando-se mapas e GPS (Global Position System), registro fotográfico dos pontos e otimização dos roteiros das campanhas de coleta. As descrições dos pontos de coleta da(s) UPGRH(s) caracterizada(s) neste relatório encontram-se no Item 9 (Tabela 9.2).

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

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

Considerando as 373 estações distribuídas por todo o Estado, a densidade atual de estações é 0,64/1.000km<sup>2</sup>. No entanto, a densidade de pontos é superior a uma estação/1.000km<sup>2</sup> nas seguintes UPGRHs: SF2, sub-bacia do rio Pará, SF3, sub-bacia do rio Paraopeba e SF5, sub-bacia do rio das Velhas; GD4, sub-bacia do rio Verde; GD5, sub-bacia do rio Sapucaí; GD6, sub-bacia dos rios Pardo e Mogi-Guaçu; DO2, sub-bacia do rio Piracicaba; DO5, sub-bacia do rio Caratinga; PS1, sub-bacia do rio Paraibuna e PS2, sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé. Nessas regiões, são dominantes as pressões ambientais decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura, exigindo, portanto, uma caracterização mais particularizada da qualidade das águas e, dessa forma, devendo-se dar início a redes mais específicas denominadas redes dirigidas. Além destas UPGRHs, as regiões pertencentes às bacias hidrográficas de rios de domínio da União, quais sejam: Buranhém, Itabapoana e Jucuruçu, ultrapassaram esta densidade.

### 5.3 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,

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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.

### 5.3.1 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 5.8.

Nas campanhas intermediárias são analisados 18 parâmetros genéricos em todos os locais, como mostra a Tabela 5.9. 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. Estes parâmetros são detalhados no Anexo D.

### 5.3.2 Análises

No Anexo E são apresentadas as metodologias das variáveis avaliadas no monitoramento do Projeto "Águas de Minas".

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

**Tabela 5.8:** Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas

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

**Tabela 5.9:** Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias

<b>Parâmetros comuns a todos os pontos</b>	
Cloreto Total	Nitrato
Clorofila-a	Nitrogênio Amoniacal Total
Coliformes Termotolerantes	Oxigênio Dissolvido - OD
Coliformes Totais	pH "in loco"
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos em Suspensão
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Sólidos Totais
Demanda Química de Oxigênio - DQO	Temperatura da Água
Feofitina	Temperatura do Ar
Fósforo Total	Turbidez

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### 5.4 Avaliação Temporal

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

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

A análise por ora empreendida resume-se a uma avaliação visual de gráficos que tratam da evolução dos indicadores e variáveis desde 1997 até 2009. Tenta-se descrever a evolução da qualidade das águas nos diferentes corpos de água do estado de Minas Gerais sem, contudo, saber se o aumento ou diminuição da qualidade em uma determinada bacia é estatisticamente significativa ou se tal diferença não é devida simplesmente a variações amostrais.

As variáveis foram observadas ao longo dos anos e comparadas com os limites das classes de enquadramento (Anexo G) do corpo de água em análise, conforme a legislação estadual, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº01/2008.

### 5.5 Avaliação Espacial

Considerando que a qualidade das águas varia em função de uma enormidade de fatores tais como uso e ocupação do solo da bacia de drenagem 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. Foi apresentada ainda, a média da série histórica desses parâmetros. Outros foram avaliados de acordo com a sua média anual ao longo do corpo hídrico em questão, comparando-se mais de um ano de ocorrência.

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

em 2009. Além disso, são destacados os cinco parâmetros que apresentaram desconformidades em relação aos limites das Classes de enquadramento segundo a DN COPAM/CERH Nº 01/08 no período de 1997 a 2009, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas.

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

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

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

A variável RESPOSTA foi apresentada em item a parte, onde foram estabelecidas ações de controle ambiental prioritárias, inerentes às violações identificadas nos pontos de coleta e na bacia como um todo, ressaltando a contaminação por esgoto doméstico, por atividades industriais e minerárias e por mau uso do solo.

Para tratar o fator de PRESSÃO por esgoto doméstico, foram levantados os municípios com população urbana superior a 30.000 habitantes em todas as bacias, conforme recontagem do IBGE 2007, 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 doméstico, pois é uma síntese da ocorrência de sólidos, nutrientes e principalmente matéria orgânica e fecal. Além disso, foram verificadas as ocorrências de desconformidades em relação aos principais parâmetros associados aos esgotos domésticos, quais sejam: oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (matéria orgânica); amônia não ionizável e nitrogênio amoniacal (nutrientes).

No estado de Minas Gerais foram verificadas, no período de 1997 a 2009, algumas ocorrências de metais tóxicos em desconformidade com os padrões legais, quais sejam: cromo total, chumbo total, cádmio total, cobre dissolvido, zinco total, mercúrio total e arsênio total, bem como de outras substâncias tóxicas como fenóis totais, nitrogênio amoniacal total e íons cianeto. Foram destacadas as estações em que estas ocorrências resultaram em Contaminação por Tóxicos Alta em 2009 e também as causas da contaminação, além de serem feitas recomendações visando a melhoria da qualidade dos corpos de água onde se verificaram estas ocorrências.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

### 5.7 Mapas de Qualidade das Águas

O Relatório Anual de Qualidade das Águas Superficiais apresenta os mapas com o Índice de Qualidade das Águas – IQA e a Contaminação por Tóxico – CT do primeiro, segundo, terceiro e quarto trimestres de 2009, além do mapa com média anual do IQA e a pior condição da CT das campanhas do ano referente.

A CT baseia-se no conjunto total de resultados avaliados para cada estação de amostragem, sendo representada no próprio ponto de acordo com a classificação. O IQA é representado no mapa pelo trecho do corpo de água a montante da estação correspondente até o ponto em que houver outra estação de monitoramento, ou ainda, pelo trecho a jusante até a foz do rio. Caso o IQA não seja calculado para determinada estação de amostragem, o indicador não será representado no mapa trimestral, assim como no mapa anual. Os mapas trimestrais com os resultados de qualidade são apresentados como complemento à interpretação das condições de qualidade dos corpos de água não contemplados no mapa anual.

As estações que são implantadas no decorrer do ano são representadas juntamente com seu trecho correspondente. Nas campanhas trimestrais em que a coleta não foi realizada, ou por impossibilidade de acesso ou por intermitência do corpo de água, a representação no mapa se dará por um símbolo no contorno do ponto da estação.

Os mapas de uso da água e vazão outorgada são elaborados com bases nos dados de outorgas deferidas e válidas até o ano referente, segundo a Gerência de Monitoramento e Regularização Ambiental – GEARA/IGAM. Os usos de água são agrupados de acordo com as finalidades das outorgas concedidas e representados por cores e simbologia para as outorgas superficiais e subterrâneas. No mapa de vazão outorgada foram definidos intervalos de classe referentes a vazão ( $m^3/s$ ) declarada pelo solicitante de outorga. Esses mapas caracterizam as principais demandas por recursos hídricos nas bacias hidrográficas no Estado.

Para confecção destes mapas foi utilizado o software ArcView. As bases cartográficas utilizadas na elaboração destes são originárias das cartas topográficas do IBGE em escalas 1:100.000 e 1:50.000, digitalizadas no contexto do projeto GeoMINAS (1996) e da base digital de municípios do IBGE (2005). Esses mapas representam graficamente os trabalhos desenvolvidos no IGAM no âmbito do monitoramento da qualidade das águas superficiais e da regularização ambiental.

### 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.

O enquadramento dos corpos de água é um dos mais importantes instrumentos de gestão dos recursos hídricos por compatibilizar os usos múltiplos com o desenvolvimento econômico. É, portanto, um mecanismo de planejamento ambiental das bacias hidrográficas que visa o uso sustentável da água.

Além disso, quando articulado com os outros instrumentos de gestão dos Recursos Hídricos, tais como a outorga e a cobrança pelo uso da água, tornam-se mais eficazes e complementares, propiciando às entidades gestoras de recursos hídricos mecanismos para assegurar a disponibilidade quantitativa e qualitativa das águas.

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

O primeiro instrumento normativo sobre enquadramento de águas em Minas Gerais foi a Deliberação Normativa COPAM Nº01/77, que fixou normas e padrões para proteção do meio ambiente no Estado. A primeira experiência de classificação dos corpos de água do estado de Minas Gerais ocorreu ainda em 1977 com a publicação da Deliberação Normativa COPAM Nº02/77, que classificava os corpos de água das bacias do rio das Velhas e do rio Paraopeba, motivado pela necessidade de preservar o abastecimento de água da RMBH (MACIEL, 2000).

As experiências de enquadramento realizadas pelo Governo do Estado de Minas Gerais ocorreram efetivamente a partir de 1993, quando a Fundação Estadual de Minas Gerais – FEAM, por determinação do COPAM, estabeleceu que fossem realizados estudos objetivando o enquadramento dos rios estaduais (MACIEL, 2000).

Nesse período, além das bacias do rio das Velhas e do rio Paraopeba, priorizou-se o enquadramento das bacias hidrográficas dos seguintes rios: Piracicaba, 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), do rio Paracatu (2005), do rio Pará (2008) e atualização do enquadramento do rio Verde (2010), todos aprovados pelos respectivos comitês, e também pelo CERH-MG.

### 6.3 Procedimentos metodológicos do enquadramento

Segundo a Resolução CNRH nº 091/2008, os procedimentos metodológicos de enquadramento devem compreender as seguintes etapas: diagnóstico, prognóstico, elaboração de Propostas de Metas e de Programa para Efetivação.

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

Classe	Cor	Usos Possíveis
Especial	Blue	Abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
1	Green	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; 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 Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
2	Yellow	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; 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 Aqüicultura e à atividade de pesca.
3	Orange	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; e Dessedentação de animais.
4	Red	Navegação; Harmonia paisagística; e Usos menos exigentes.

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

### 7 OUTORGA

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

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

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

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

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

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

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

#### 7.2 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.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

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

Também, diversas intervenções nos corpos de água como construção de reservatórios, diques, açudes, desvios, entre outras obras, são objetos de solicitação de outorga, conforme preconiza a Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e a Portaria Administrativa do IGAM nº 049/2010, que ordena os procedimentos aplicáveis aos processos de outorga de águas sob domínio estadual.

O critério de Outorga foi definido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos que aprovou no ano de 2010 a Vazão de Referência  $Q_{7,10}$ , assim como aprovou o percentual de vazão de entrega para os estados fronteiriços de Minas Gerais que corresponde a 50% de  $Q_{7,10}$ .

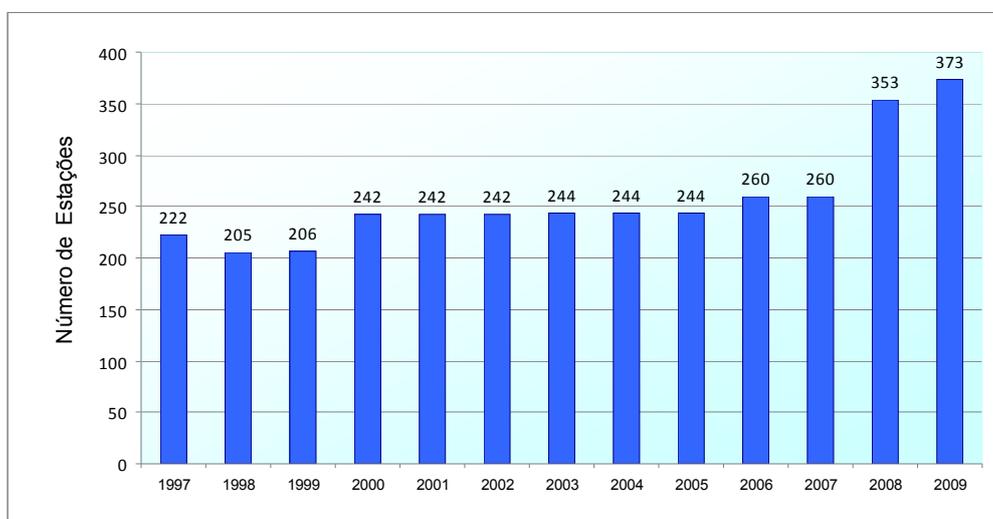
De acordo com a Portaria IGAM nº 049/2010, até que se estabeleçam as vazões regionalizadas de  $Q_{7,10}$ , é fixado o percentual de 30% da  $Q_{7,10}$  como o limite máximo de derivações consultivas a serem outorgadas em cada seção da bacia hidrográfica considerada, ficando garantidos assim, fluxos residuais mínimos a jusante equivalentes a 70% da  $Q_{7,10}$ .

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

### 8 SITUAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA

Visando aperfeiçoar o monitoramento de qualidade das águas no estado de Minas Gerais a rede de amostragem foi ampliada ao longo dos anos. A evolução temporal do número de estações de amostragem pode ser visualizada na Figura 8.1.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

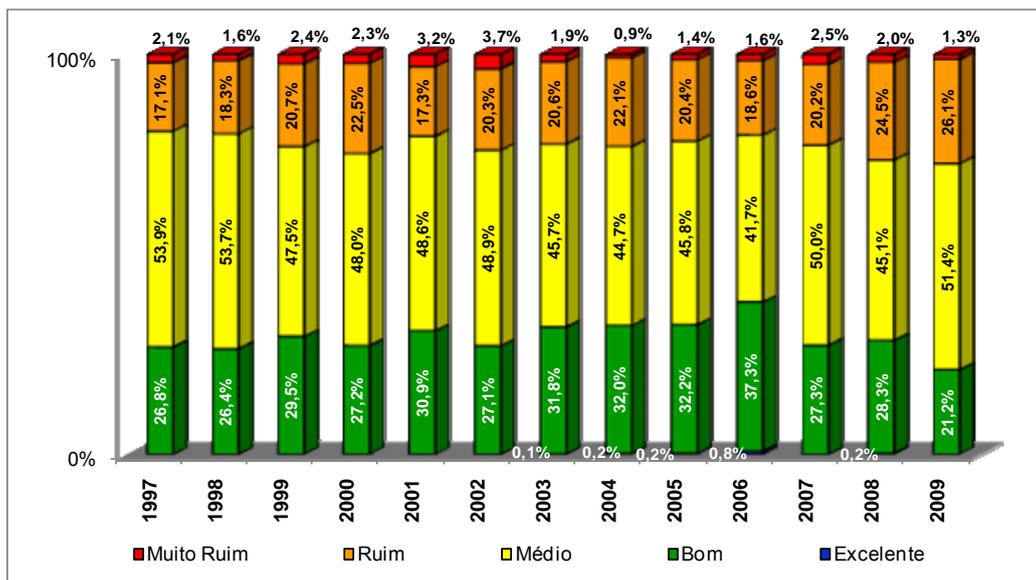


**Figura 8.1:** Evolução temporal do número de estações de monitoramento no estado de Minas Gerais.

A partir dos dados do monitoramento realizado no período de 1997 a 2009 foram obtidos os indicadores da situação ambiental no estado de Minas Gerais: Índice de Qualidade das Águas – IQA, Índice de Estado Trófico – IET, Contaminação por Tóxicos – CT, Ensaio de Toxicidade Crônica. Além desses, neste item também é apresentada a relação da violação dos parâmetros ao longo da série histórica.

Na Figura 8.2 observou-se a evolução temporal da frequência de ocorrência do IQA no estado de Minas Gerais ao longo da série histórica de monitoramento. Pode-se verificar que houve predomínio da ocorrência de IQA Médio, ressaltando-se que os maiores registros foram obtidos nos anos de 1997, 1998, 2007 e 2009. As ocorrências de IQA Bom e IQA Ruim apresentaram variações de 21,2 a 37,3% e 17,1 a 26,1%, respectivamente, no período monitorado. O IQA Excelente foi verificado nos anos de 2003 a 2006, com frequência entre 0,1 e 0,8% e em 2008, com 0,2% de ocorrência. Em 2009, os resultados de IQA Muito Ruim diminuíram, passando de 2,0% de frequência em 2008 para 1,3% nesse ano. Notou-se também a diminuição da frequência de resultados de IQA Bom, de 28,3% em 2008 para 21,2% em 2009. Conseqüentemente, as ocorrências de IQA Ruim aumentaram de 24,5% em 2008 para 26,1% em 2009. Não houve registro de IQA Excelente em 2009. Destaca-se as variações observadas devem ser analisadas considerando-se que o número de estações monitoradas aumentou em cerca de 68%, no período de 1997 a 2009.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

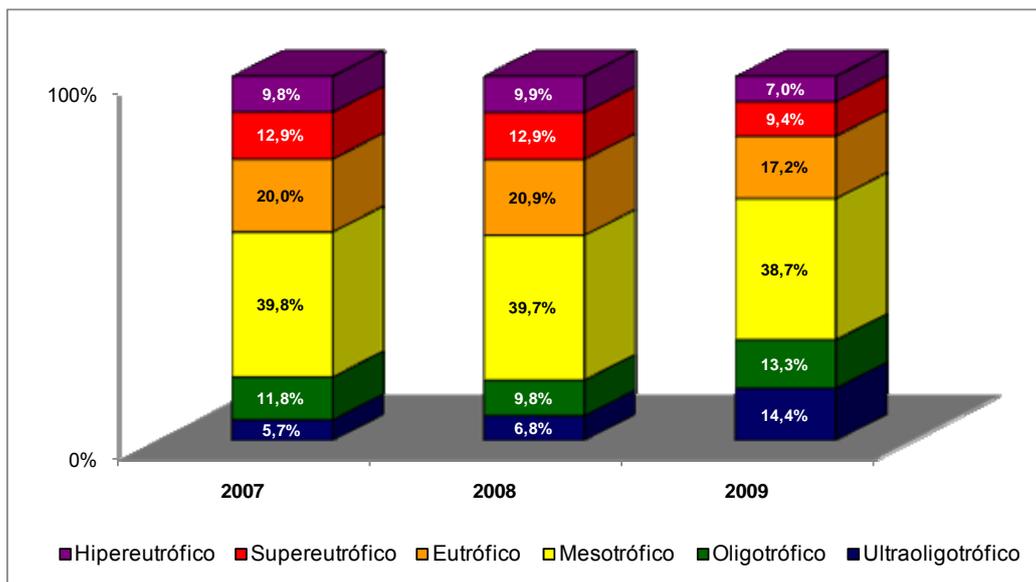


**Figura 8.2:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA no estado de Minas Gerais.

Os parâmetros responsáveis pelos resultados de IQA Ruim e Muito Ruim ao longo da série histórica em todo o estado de Minas Gerais foram: coliformes termotolerantes (38 a 45%) e turbidez (19 a 32%), em maior proporção, seguido de DBO (8 a 16%), OD (8 a 17%) e fósforo total (5 a 12%) e os demais parâmetros em uma menor parcela.

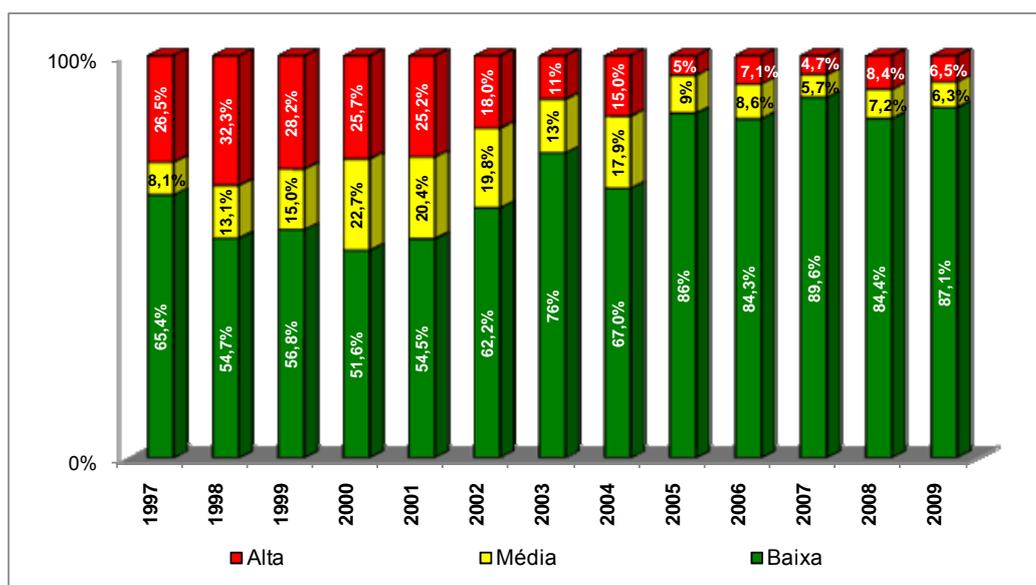
A avaliação da evolução do Índice de Estado Trófico em Minas Gerais, desde 2007 até 2009, pode ser observada na Figura 8.3. Durante o período de monitoramento, houve predomínio de resultados Mesotrófico. No entanto, observou-se uma relativa melhora do nível de trofia dos corpos de água de Minas Gerais em 2009, visto o aumento das ocorrências de resultados Oligotrófico e Ultraoligotrófico, que passaram de 11,8 e 5,7% de frequência em 2007, respectivamente, para 13,3 e 14,4% em 2009 e a diminuição dos níveis de trofia Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico, que passaram de 20,0, 12,9 e 9,8% de frequência, respectivamente, em 2007, para 17,2, 9,4 e 7,0%, respectivamente, em 2009. Ressalta-se que o número de estações monitoradas aumentou de 353 em 2008 para 373 em 2009.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.3:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET no estado de Minas Gerais.

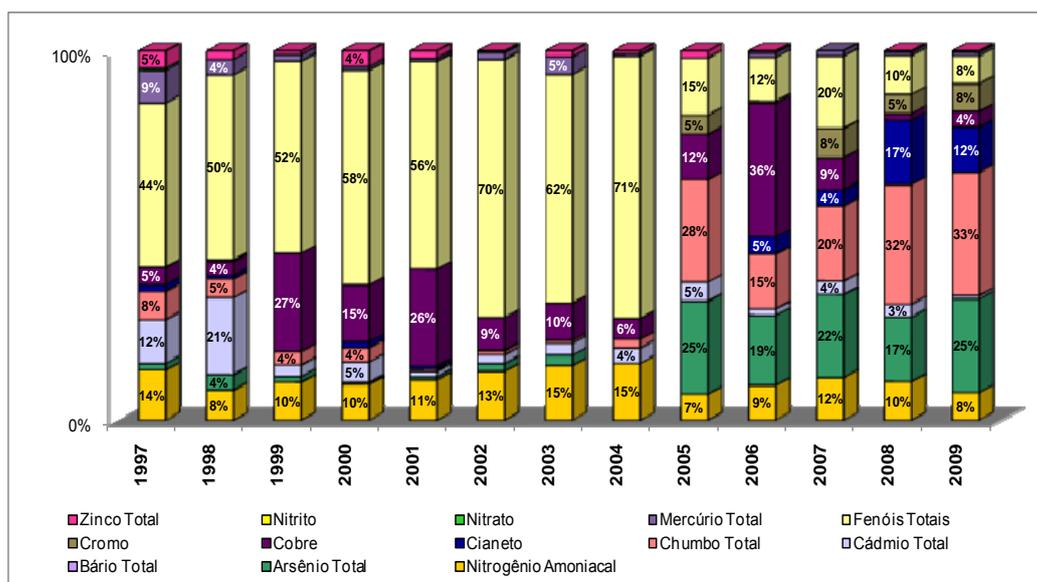
Com relação à Contaminação por Tóxicos (CT), observou-se a predominância da ocorrência de CT Baixa ao longo de todo o período de monitoramento e, de maneira geral, uma tendência à diminuição das ocorrências de CT Média e Alta nas bacias hidrográficas de Minas Gerais, como mostra a Figura 8.4. O resultado de CT Média mais significativo foi verificado no ano de 2000, com 22,7% de frequência, enquanto que aquele referente à CT Alta foi detectado em 1998, com 32,3% de frequência. Considerando-se o ano de 2009, notou-se um aumento na ocorrência de CT Baixa, de 84,4% em 2008 para 87,1%. Consequentemente houve diminuição na ocorrência da CT Alta, de 8,4% em 2008 para 6,5% em 2009.



**Figura 8.4:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos – CT no estado de Minas Gerais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

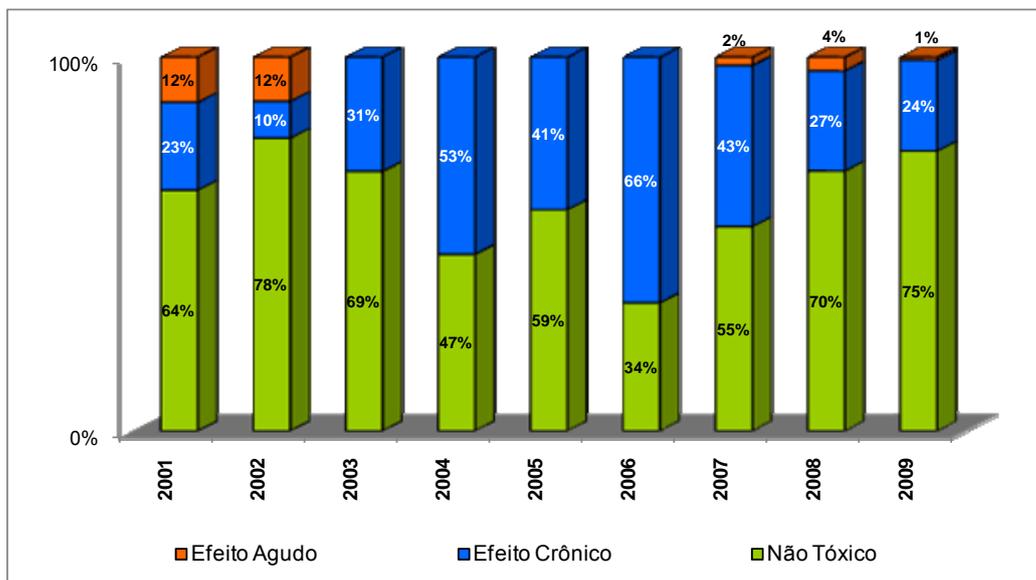
Os parâmetros que influenciaram os resultados de CT Média e Alta ao longo da série histórica podem ser observados na Figura 8.5. Verificou-se o predomínio de ocorrências em Minas Gerais de fenóis totais até 2004 (44 a 71% de frequência). A partir de 2005, por outro lado, houve um aumento na ocorrência de chumbo total (15 a 33%) e arsênio total (17 a 25%). Destaca-se ainda, ao longo de toda série histórica, a constante ocorrência de nitrogênio amoniacal total (7 a 15%) e de cobre, com 36% de frequência em 2006. Ressalta-se que a partir de 2005, com a publicação da Resolução CONAMA nº 357, os limites estabelecidos para fenóis totais tornaram-se menos restritivos, o que justifica a sua predominância até 2004. Por outro lado, os valores para chumbo e arsênio ficaram mais restritivos. Em 2009, os valores de chumbo total influenciaram predominantemente as ocorrências de CT Média e Alta, com 33% de frequência, seguido de arsênio total (25%) e cianeto (12%), condição semelhante à observada em 2008. Algumas fontes desses compostos em Minas Gerais são, além das fontes naturais de arsênio, as explorações de minério de ferro, ouro e gemas, as atividades agrícolas, sobretudo pelo uso de agro químicos, e atividades industriais (como siderúrgica, têxtil e automobilística, dentre outras).



**Figura 8.5:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta no estado de Minas Gerais.

A Figura 8.6 mostra a evolução dos resultados dos Ensaio de Ecotoxicidade em Minas Gerais ao longo da série histórica. Evidencia-se a predominância de efeito Não Tóxico nesse período e diminuição dos níveis de toxicidade a partir de 2007, dado o aumento na ocorrência de efeito Não Tóxico, o qual foi registrado em 75% das análises em 2009. Ressalta-se ainda a diminuição na ocorrência de Efeito Agudo, haja vista que em 2001 e 2002 este resultado foi observado em 12% das análises e em 2009 em apenas 1% dessas. Destaca-se que houve um aumento de aproximadamente 180% no número de pontos monitorados entre 2001 e 2009.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

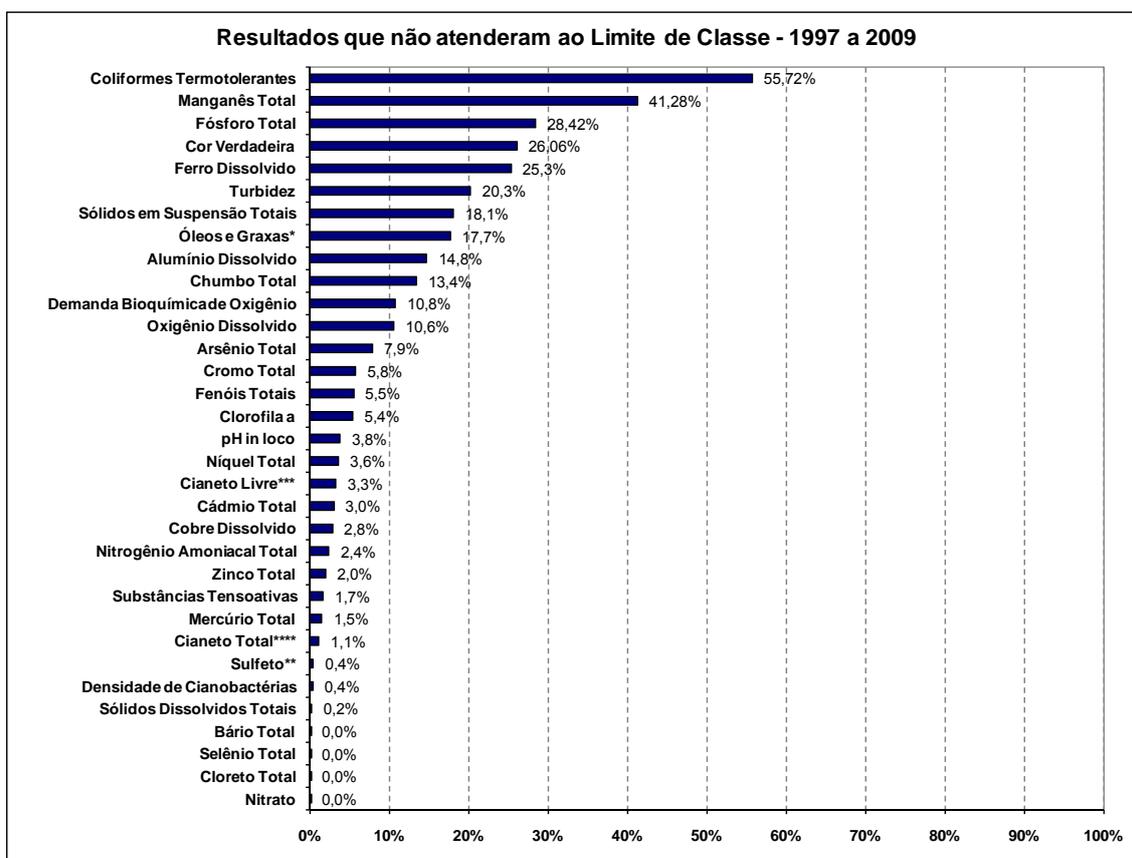


**Figura 8.6:** Evolução temporal dos Ensaio de Ecotoxicidade no estado de Minas Gerais.

Em toda a série histórica, registrou-se a frequência da ocorrência de parâmetros desconformes com o limite legal em todo o estado de Minas Gerais. Os parâmetros coliformes termotolerantes (55,72%), manganês total (41,28%), fósforo total (28,42%), cor verdadeira (26,05%) e ferro dissolvido (25,3%) foram os que apresentaram maior ocorrência de não conformidade durante o período de monitoramento, conforme observado na Figura 8.7.

Dentre os fatores de pressão que contribuíram para estes resultados, destacam-se o lançamento esgoto doméstico nos corpos de água e o uso e manejo inadequado do solo nas atividades agropecuárias desenvolvidas no Estado, as quais favorecem o processo de lixiviação dos solos, em especial no período chuvoso.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.7:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica em Minas Gerais.

### 8.1 Indicadores de Qualidade das Águas nas bacias hidrográficas

Os indicadores da situação ambiental ao longo do período de monitoramento para cada bacia hidrográfica do estado de Minas Gerais estão apresentados a seguir. São eles: o Índice de Qualidade das Águas – IQA, o Índice de Estado Trófico – IET, a Contaminação por Tóxicos – CT, os Ensaio de Toxicidade Crônica e a porcentagem de violação dos parâmetros que têm limite definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n°01/08.

#### 8.1.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

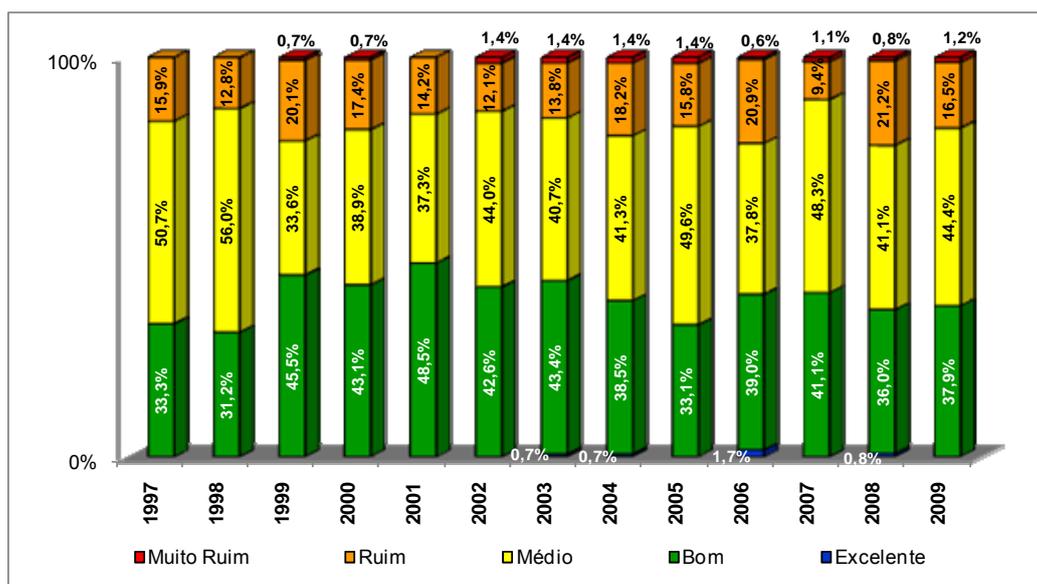
##### 8.1.1.1 Rio São Francisco e afluentes

Na Figura 8.8 é apresentada a evolução temporal de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas – IQA, de 1997 a 2009, no rio São Francisco e seus afluentes. Observou-se ao longo da série histórica nesta bacia, alternância entre o predomínio do IQA Médio e Bom. Destaca-se a diminuição dos resultados de IQA Ruim com 21,2% de frequência em 2008 para 16,5% em 2009. Por outro lado, observou-se o aumento

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

na ocorrência de resultados de IQA Bom e Médio, de 36 e 41,1%, respectivamente, em 2008 para 37,9 e 44,4%, respectivamente em 2009. A frequência de IQA Muito Ruim também aumentou neste período, de 0,8% em 2008 para 1,2% em 2009.

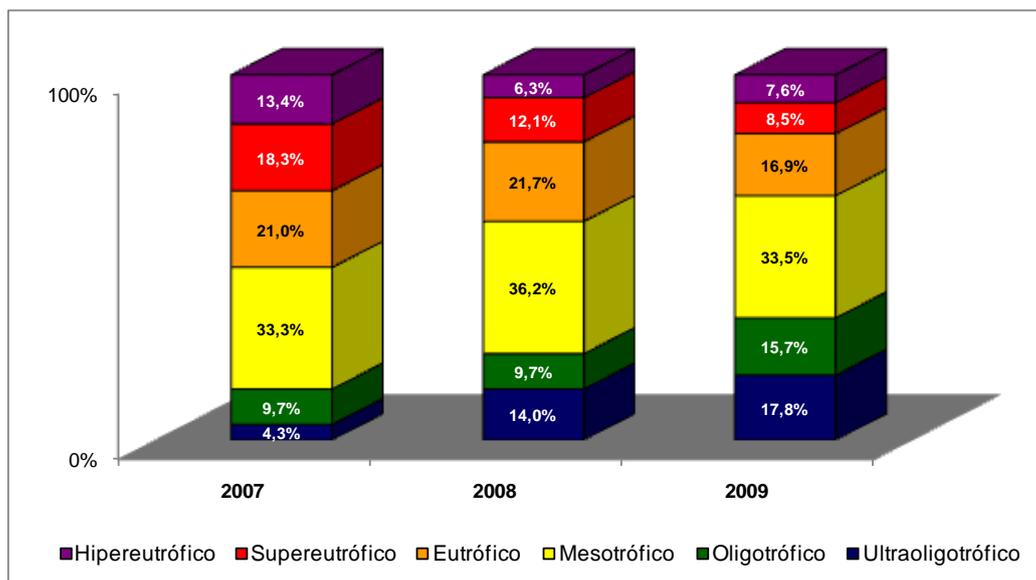
Os parâmetros coliformes termotolerantes em maior proporção, turbidez e depois %OD, foram responsáveis por estes resultados ao longo da série histórica e indicam a interferência dos lançamentos de esgoto doméstico e da carga difusa na qualidade das águas dessa bacia hidrográfica.



**Figura 8.8:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio São Francisco.

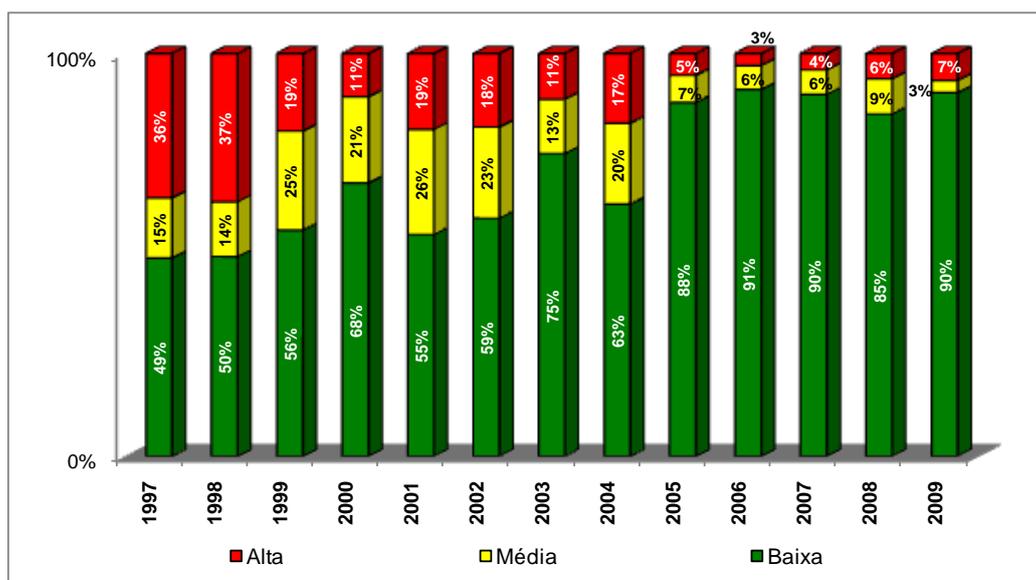
De 2007 a 2009 houve predomínio de IET Mesotrófico nesta bacia. Em 2009 observou-se um aumento dos resultados Ultraoligotrófico que passaram de 4,3% em 2008 para 17,8% em 2009. Destaca-se ainda, uma diminuição gradativa dos resultados de IET Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico, de 21,0, 18,3 e 13,4%, respectivamente em 2007, para 16,9, 8,5 e 7,6% das análises em 2009, respectivamente, indicando uma melhora nos níveis de eutrofização dos corpos de água monitorados (Figura 8.9).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.9:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio São Francisco.

Em relação à evolução temporal da Contaminação por Tóxicos (CT), evidencia-se o aumento na ocorrência de resultados de CT Baixa e diminuição da frequência de CT Média e Alta (Figura 8.10). Em 2009 observou-se a predominância da CT Baixa na bacia do rio São Francisco (90%), assim como nos anos anteriores. A CT Média observada com 9,0% de frequência em 2008 diminuiu para 3% em 2009, enquanto a CT Alta aumentou ligeiramente, passando de 6% em 2008 para 7% no ano seguinte.

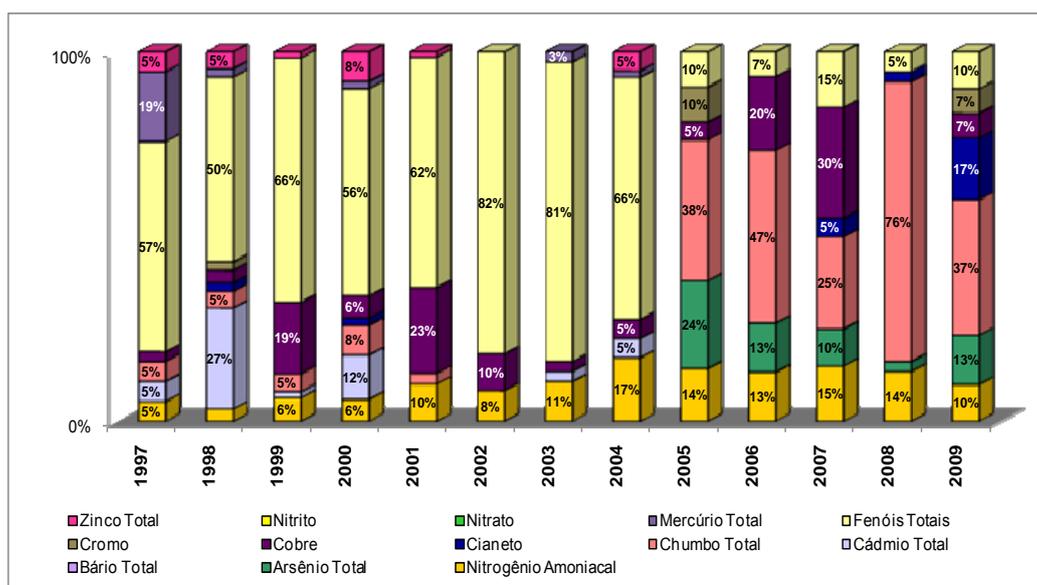


**Figura 8.10:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio São Francisco.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Observou-se o predomínio de ocorrência de fenóis totais até 2004, dado o seu limite mais restritivo na legislação anterior (Deliberação Normativa COPAM nº 10/86). A partir de 2005, no entanto, verificou-se um aumento na ocorrência de arsênio total e chumbo total, em especial em 2008 (76,0%). Os limites referentes a esses parâmetros tornaram-se mais restritivos com a promulgação da Resolução CONAMA 357/05. Destaca-se ainda, a ocorrência de cádmio total em 1998, com 27,0% de frequência e em 2009, cianeto (livre e total) em 17,0% dos resultados (Figura 8.11).

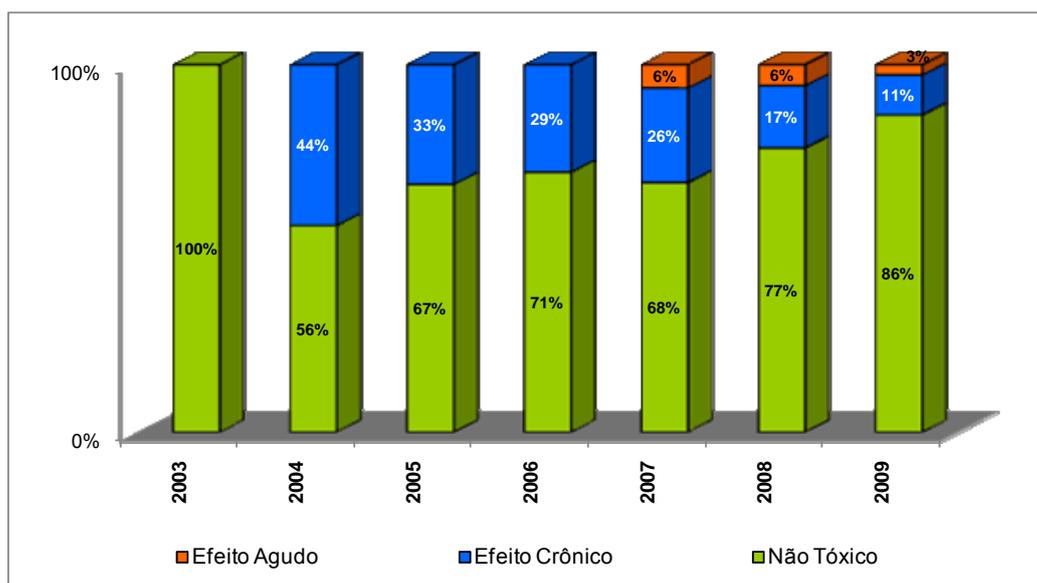
O metal chumbo, responsável por 37% das ocorrências de CT Média e/ou Alta no ano de 2009, é depositado no sedimento dos corpos de água podendo também encontrar-se adsorvido nos sólidos em suspensão. Esse metal, mais comumente de origem antrópica na atuação da agricultura, vem acumulando-se ao longo do tempo no sedimento e é suspenso em consequência de chuvas intensas e aumento da vazão. As ocorrências de cianeto (17% de frequência) se devem às atividades minerárias, curtumes e indústrias têxteis, metalúrgicas e fábricas de materiais plásticos, enquanto o arsênio (13%) tem fontes naturais e está associado às explorações de ouro.



**Figura 8.11:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio São Francisco e afluentes.

Assim como em Minas Gerais, observou-se a predominância de efeito Não Tóxico na bacia do rio São Francisco e afluentes. Ressalta-se que em 2003, todas as análises apresentaram efeito Não Tóxico. Por outro lado, de 2007 a 2009, registrou-se Efeito Agudo, com 6 a 3% de frequência, conforme Figura 8.12. Vale destacar que em 2007 o número de estações monitoradas aumentou de 2 para 14.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

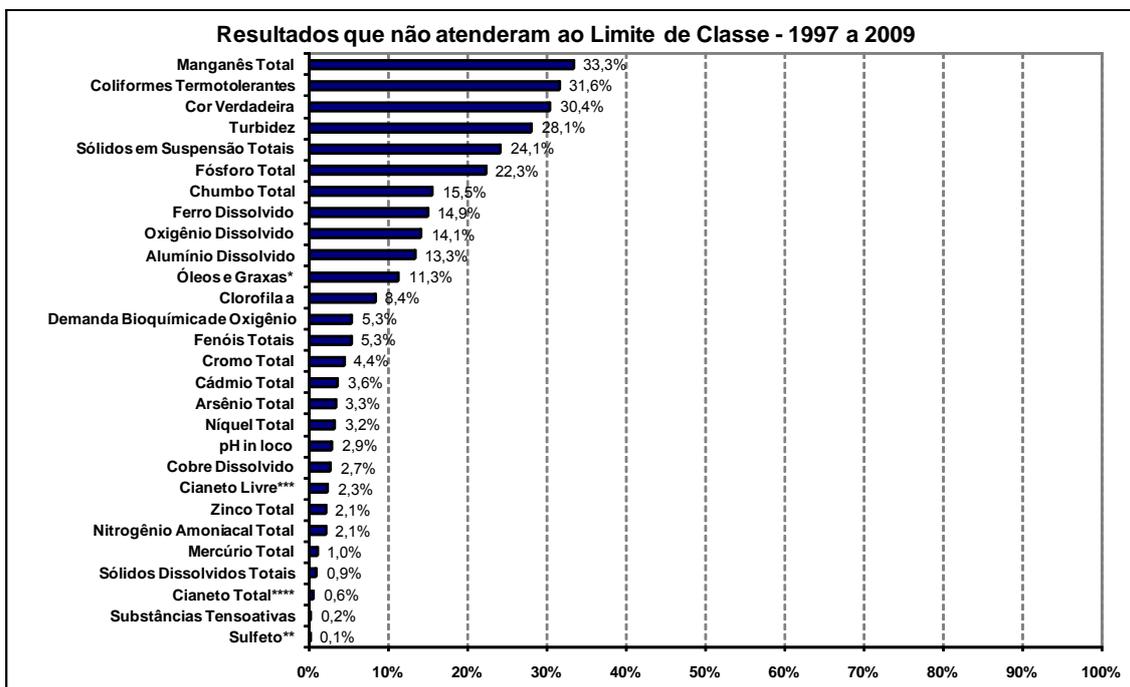


**Figura 8.12:** Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na bacia do rio São Francisco.

Avaliando-se a série histórica de amostragem, verificou-se que os parâmetros que apresentaram os maiores percentuais em desacordo com a legislação na bacia do rio São Francisco e afluentes foram manganês total, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, turbidez e sólidos em suspensão totais, com respectivamente, 33,3%, 31,6%, 30,4%, 28,1% e 24,1% de ocorrência (Figura 8.13).

Ressalta-se a influência do aporte de matéria orgânica, em especial das atividades pecuaristas e do lançamento de esgotos domésticos nos corpos de água da bacia do rio São Francisco e afluentes, além da interferência da poluição difusa, principalmente devido ao mau uso e manejo inadequado do solo desta bacia.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



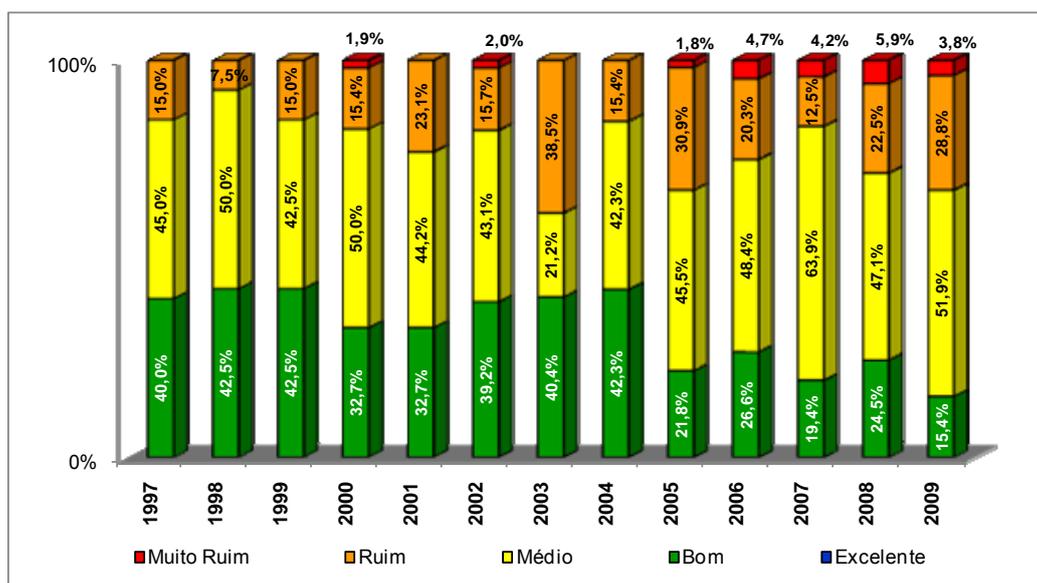
**Figura 8.13:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio São Francisco.

### 8.1.1.2 Sub-bacia do rio Pará

Na sub-bacia do rio Pará o predomínio de IQA Médio foi constatado em todo o período de monitoramento, com exceção do ano de 2003, quando o IQA Bom predominou com 40,4% de ocorrência, seguido do IQA Ruim, com 38,5% de frequência. Embora os resultados de IQA Muito Ruim tenham diminuído no período de 2008 a 2009, de 5,9% a 3,8%, as ocorrências de IQA Bom também diminuíram, passando de 24,5% em 2008 para 15,4% em 2009. Observou-se ainda um aumento da frequência de IQA Médio e Ruim, que passaram de 22,5 e 47,1%, respectivamente em 2008 para 28,8 e 51,9%, respectivamente em 2009. Esses resultados sugerem um piora na qualidade dos corpos de água desta sub-bacia. A evolução temporal dos resultados de IQA pode ser observada na Figura 8.14.

Verificou-se a predominância do parâmetro coliformes termotolerantes nos resultados de IQA Ruim e Muito Ruim ao longo da série histórica na sub-bacia do rio Pará. Ressalta-se, entretanto, a influência de DBO e turbidez nestes resultados. Tais parâmetros evidenciam a forte interferência dos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento e de fatores como mau uso do solo por atividade agropecuária e extração de areia na qualidade das águas da bacia do rio Pará.

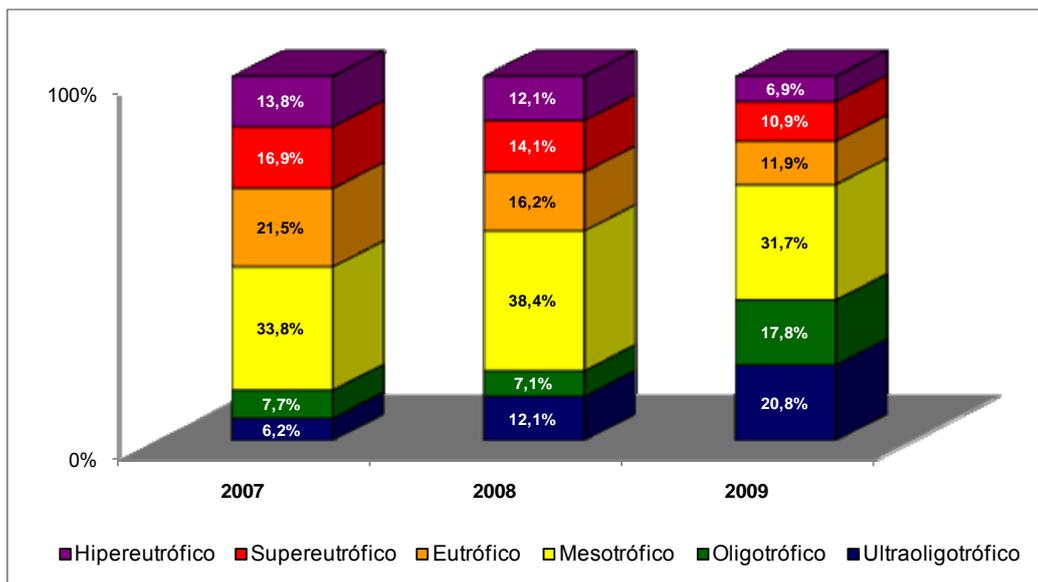
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.14:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na sub-bacia do rio Pará.

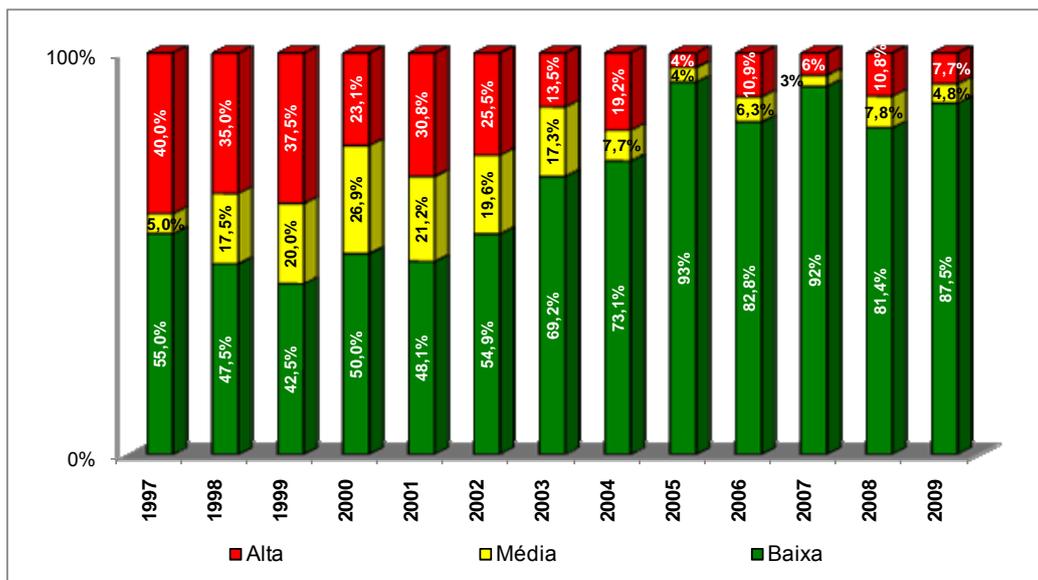
Em relação aos resultados de IET, houve predomínio do nível Mesotrófico ao longo do período de monitoramento. Verificou-se a diminuição dos piores níveis de trofia de 2007 a 2009, haja vista os resultados de IET Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico, que em 2007 correspondiam a 21,5, 16,9 e 13,8% das ocorrências, respectivamente, passaram para 11,9, 10,9 e 6,9%, respectivamente em 2009. Concomitantemente, as ocorrências de IET Oligotrófico e Ultraoligotrófico aumentaram de 7,7 e 6,2%, respectivamente em 2007, para 17,8 e 20,8%, respectivamente em 2009, indicando a redução do número de análises dos corpos de água que apresentaram condição favorável à eutrofização. Os resultados do Índice de Estado Trófico nesse período podem ser observados na Figura 8.15.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.15:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na sub-bacia do rio Pará.

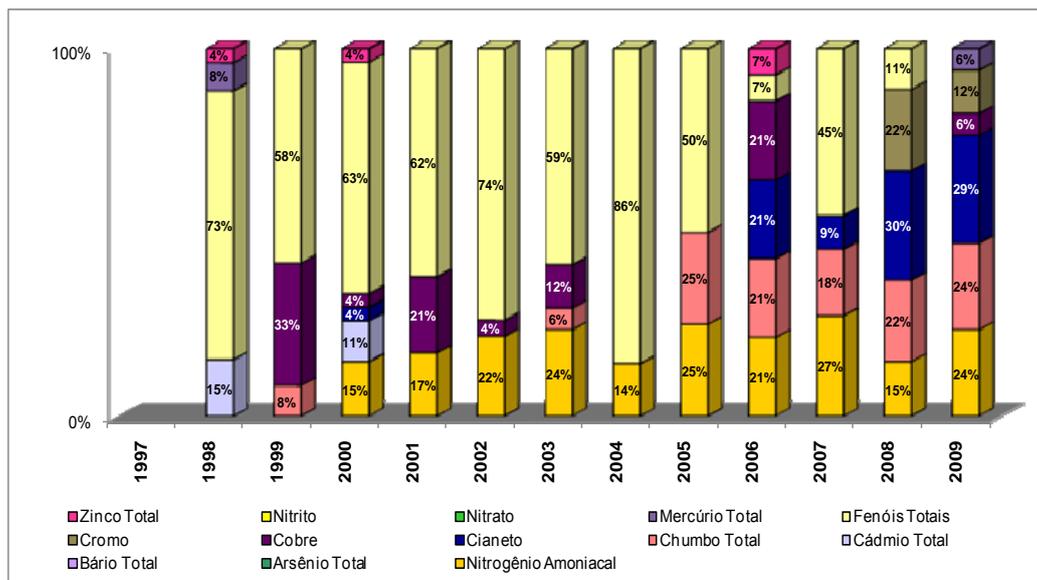
De 1997 a 2009, verificou-se a predominância da ocorrência de CT Baixa na sub-bacia do rio Pará (Figura 8.16). Observou-se uma melhora nos resultados dos corpos de água dessa sub-bacia ao longo dos anos, uma vez que os resultados de CT Alta diminuíram consideravelmente, sendo registrado em 2005, 4% de ocorrência, menor frequência ao longo da série histórica. Em 2009 houve um aumento nas ocorrências de CT Baixa, passando de 81,4% em 2008 para 87,5% e conseqüente diminuição da frequência de ocorrência de CT Alta e Média que passaram de 7,8 e 10,8%, respectivamente em 2008, para 4,8 e 7,7%, respectivamente em 2009.



**Figura 8.16:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na sub-bacia do rio Pará.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

O parâmetro fenóis totais contribuiu predominantemente para as ocorrências de CT Alta e/ou Média na sub-bacia do rio Pará ao longo da série de monitoramento. Destacam-se também as variáveis nitrogênio amoniacal, chumbo total, cianeto (livre e total) e cobre (dissolvido e total). Essas ocorrências estão associadas aos lançamentos de efluentes domésticos e industriais (principalmente das indústrias têxteis e de calçados, granjas, curtumes, galvanoplastia e siderurgia) nos corpos de água, bem como ao desenvolvimento da agricultura na região.

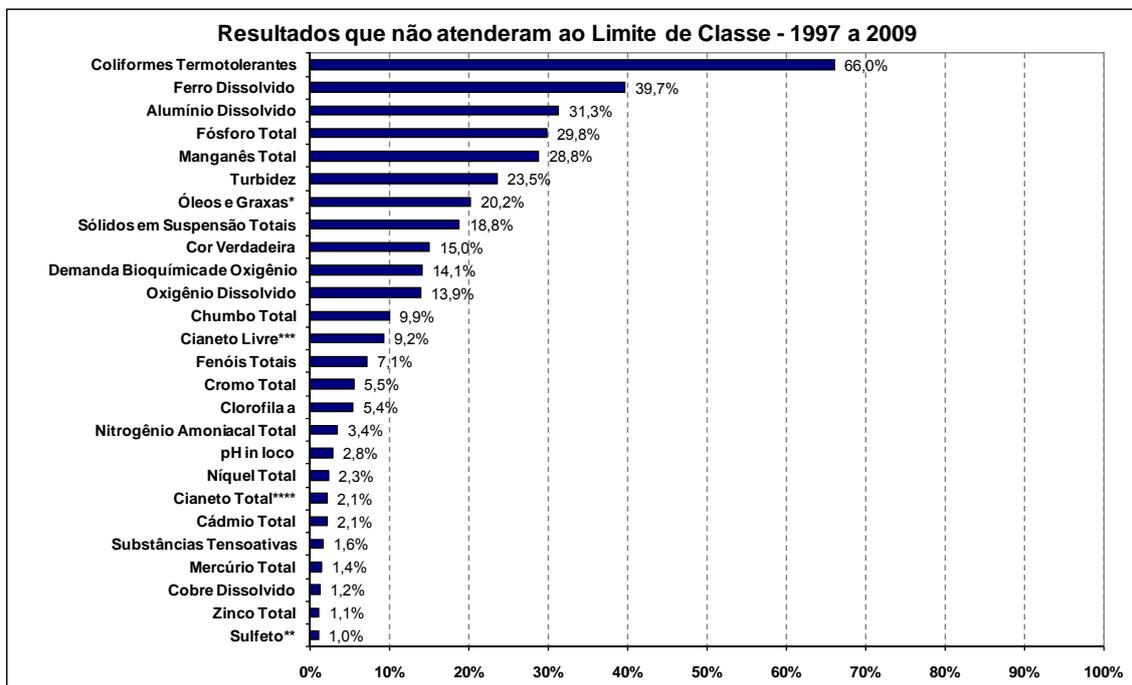


**Figura 8.17:** Freqüência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na sub-bacia do rio Pará.

Os parâmetros que mais contribuíram para a degradação dos corpos de água na sub-bacia do rio Pará ao longo da série histórica foram coliformes termotolerantes, 66,0%, ferro dissolvido, 39,7%, alumínio dissolvido, 31,3%, fósforo total, 29,8% e manganês total, 28,8%, conforme Figura 8.18.

A poluição difusa proveniente do uso e manejo inadequado do solo das atividades agropecuárias da sub-bacia do rio Pará, juntamente com os despejos de matéria orgânica e nutrientes provenientes das atividades pecuaristas e dos lançamentos de esgoto doméstico nos corpos de água desta sub-bacia, podem ter contribuído para estes resultados.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



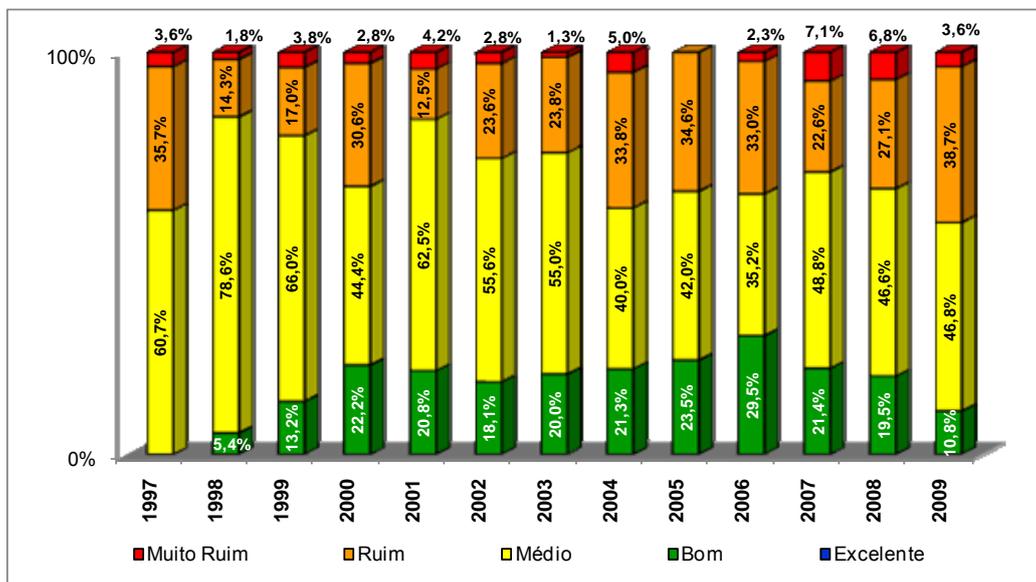
**Figura 8.18:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na sub-bacia do rio Pará.

### 8.1.1.3 Sub-bacia do rio Paraopeba

Observou-se nesta sub-bacia a prevalência de IQA Médio em todo o período de monitoramento (Figura 8.19). Ressalta-se, no entanto, a piora da qualidade de água a partir do ano de 2007. Apesar da diminuição de ocorrência de IQA Muito Ruim, 7,1% em 2007 para 3,6% em 2009, houve neste período um aumento dos registros de IQA Ruim, de 22,6% em 2007 para 38,7% em 2009, e diminuição de resultados de IQA Bom, de 21,4% em 2007 para 10,8% em 2009. Em 2007 a rede de monitoramento dessa sub-bacia foi ampliada e o número de estações de amostragem passou de 22 para 30.

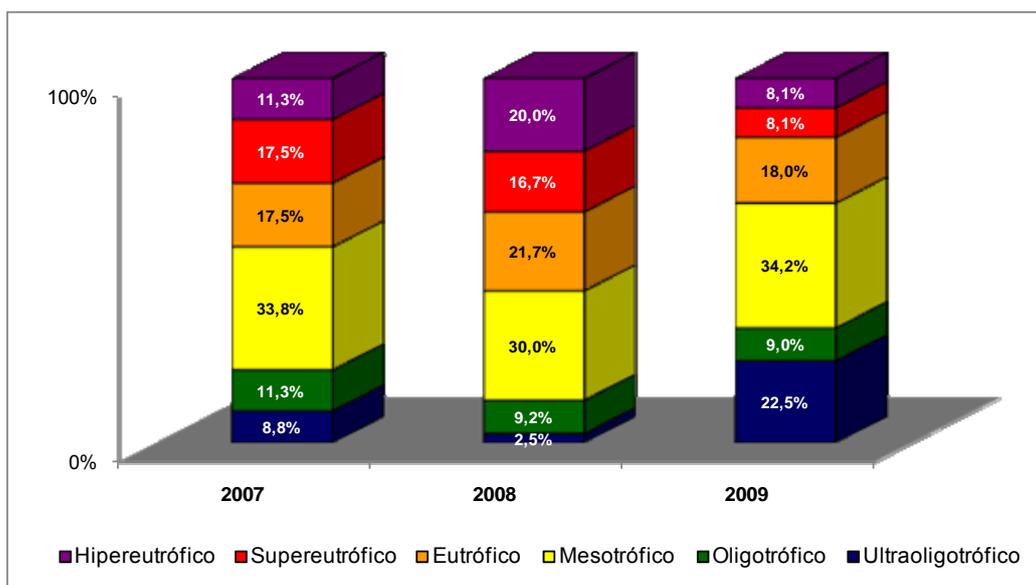
O excesso de matéria orgânica nos corpos de água desta sub-bacia influenciaram os resultados de IQA Ruim e Muito Ruim. Ao longo da série histórica ressalta-se as ocorrências de coliformes termotolerantes, fósforo total, DBO, OD e turbidez, indicando a forte interferência dos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento e de fatores como a erosão e o desmatamento do solo sobre a qualidade dos corpos de água dessa bacia.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.19:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na sub-bacia do rio Paraopeba.

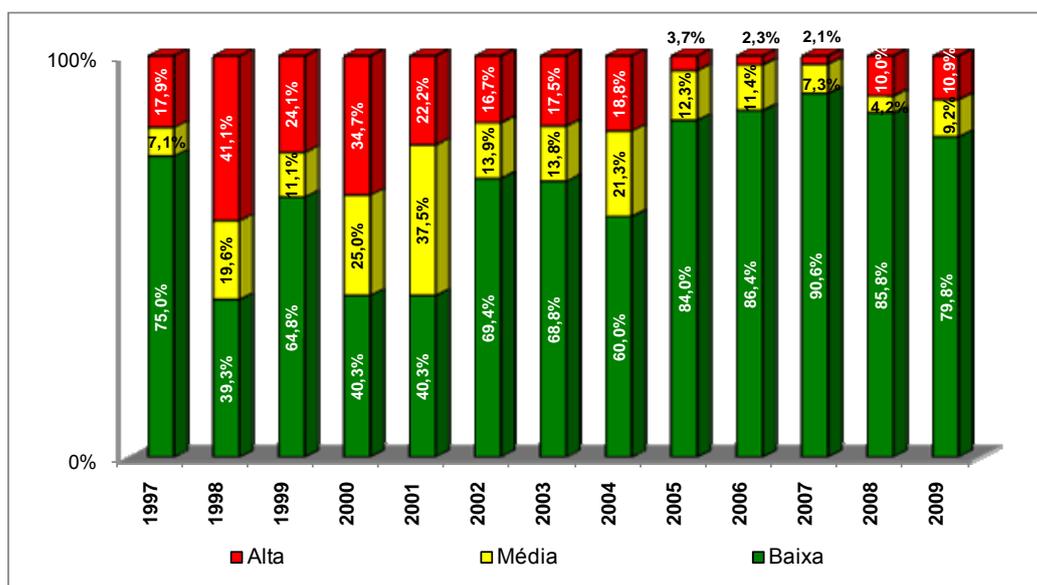
Os resultados de IET de 2007 a 2009 podem ser observados na Figura 8.20. Neste período, verificou-se o predomínio de resultados Mesotróficos. Em 2008 foram registrados as condições mais favoráveis à eutrofização, visto a frequência de ocorrência dos estados Eutrófico (21,7%), Supereutrófico (16,7%) e Hipereutrófico (20%). Em 2009, registraram-se as menores ocorrências de IET Hipereutrófico e Supereutrófico, ambos com 8,1% de frequência e o maior percentual de IET Ultraoligotrófico (22,5%), apontando um cenário de menor tendência à eutrofização dos corpos de água da sub-bacia do rio Paraopeba.



**Figura 8.20:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na sub-bacia do rio Paraopeba.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

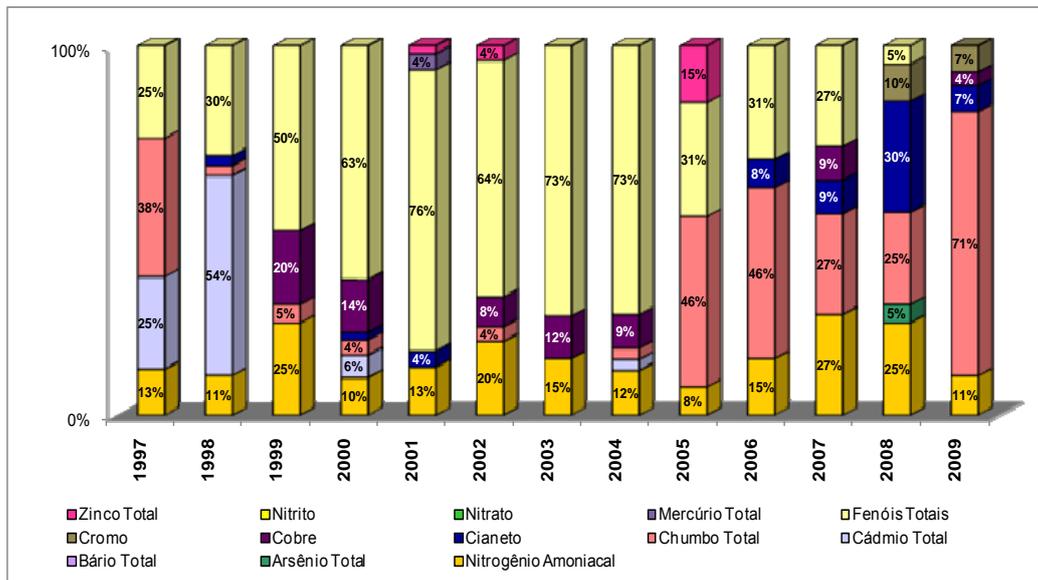
Em relação aos resultados da Contaminação por Tóxico ao longo do período de monitoramento, observou-se o predomínio de CT Baixa, com exceção do ano de 1998 (Figura 8.21). Neste referido ano, a CT Alta foi observada em 41,1% das análises. Destaca-se, no entanto, a melhora na qualidade dos corpos de água desta sub-bacia a partir de 2000, com os melhores registros no período de 2005 a 2007. A frequência de CT Alta registrada neste período variou de 2,1% a 3,7%. Observou-se, porém, uma tendência de piora da qualidade das águas a partir de 2008, com registro de CT Média e Alta de 4,2 e 10,0%, respectivamente em 2008 e 9,2 e 10,9%, respectivamente em 2009. Ressalta-se ainda, a diminuição de resultados de CT Baixa no período de 2007 a 2009, corroborando, portanto, a piora de qualidade de água no período.



**Figura 8.21:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na sub-bacia do rio Paraopeba.

Destacam-se na sub-bacia do rio Paraopeba, os resultados de fenóis totais ao longo da série histórica, de chumbo total, em especial em 2009, com 71,0% de ocorrência nos resultados de CT Média e/ou Alta, cianeto total e nitrogênio amoniacal total (Figura 8.22). Estas ocorrências refletem tanto os lançamentos domésticos quanto industriais, com destaque para a área automobilística, siderurgia, galvanoplastia, têxtil e refinaria de petróleo, além das atividades de agricultura.

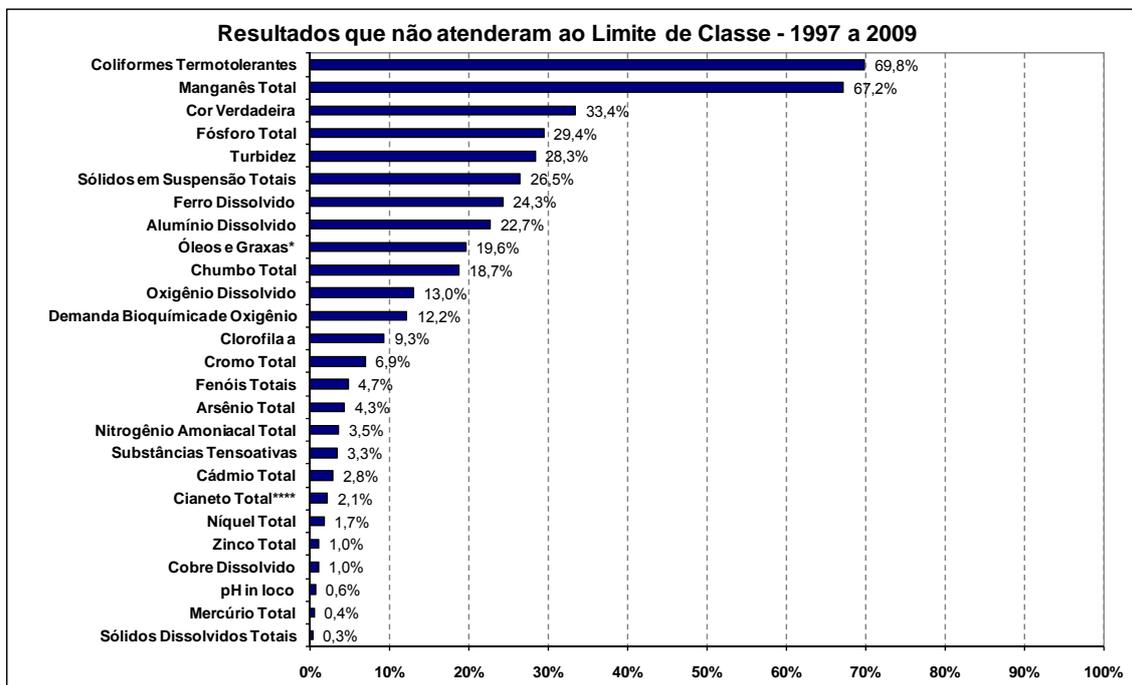
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.22:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na sub-bacia do rio Paraopeba.

Dos parâmetros em desconformidade, destacam-se os resultados de coliformes termotolerantes e manganês total, com 69,8 e 67,2% de resultados em desacordo com a legislação, respectivamente, seguidos dos resultados de cor verdadeira, com 33,4%, fósforo total, com 29,4% e turbidez com 28,3% de frequência (Figura 8.23). Mais uma vez, o lançamento de esgotos domésticos, matéria orgânica e os efeitos da poluição difusa nos corpos de água da sub-bacia do rio Paraopeba podem ser responsáveis por estes resultados.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



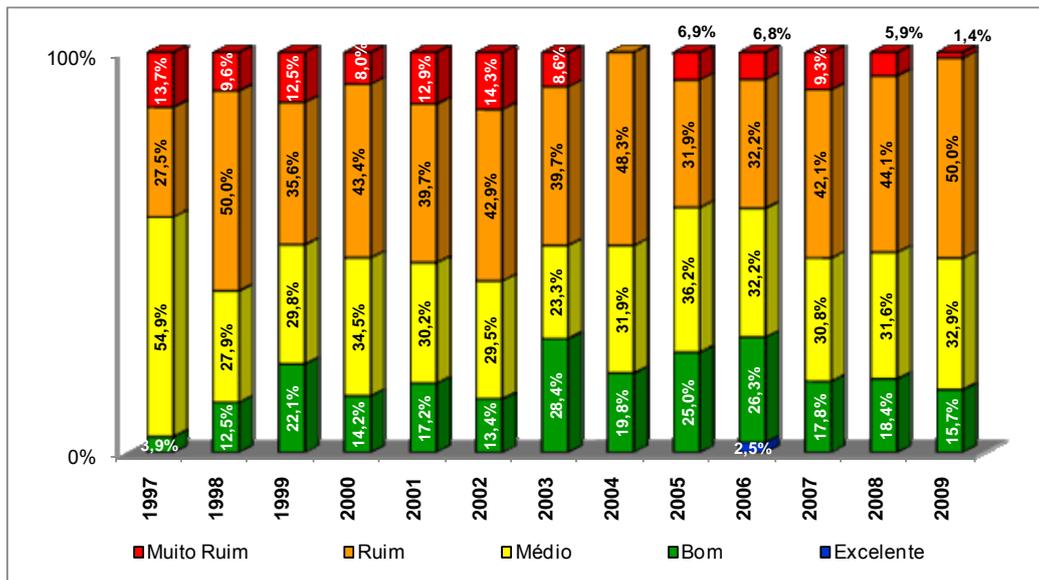
**Figura 8.23:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na sub-bacia do rio Paraopeba.

### 8.1.1.4 Sub-bacia do rio das Velhas

Foi verificado na sub-bacia do rio das Velhas o predomínio da ocorrência de IQA Ruim em todo o período de monitoramento, com exceção do ano de 1997, quando o IQA Médio predominou. Ressaltam-se os registros de IQA Excelente em 2006, com 2,5% de frequência. Em 2009 as ocorrências de IQA Médio e Ruim aumentaram em relação ao ano anterior, passando de 31,6% e 44,1%, respectivamente, em 2008 para 32,9% e 50,0% de frequência, respectivamente. Conseqüentemente, verificou-se a diminuição do IQA Bom e Muito Ruim, os quais apresentaram 18,4 e 5,9% de frequência em 2008 e 15,7 e 1,4% em 2009. A evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na sub-bacia do rio das Velhas pode ser observada na Figura 8.24.

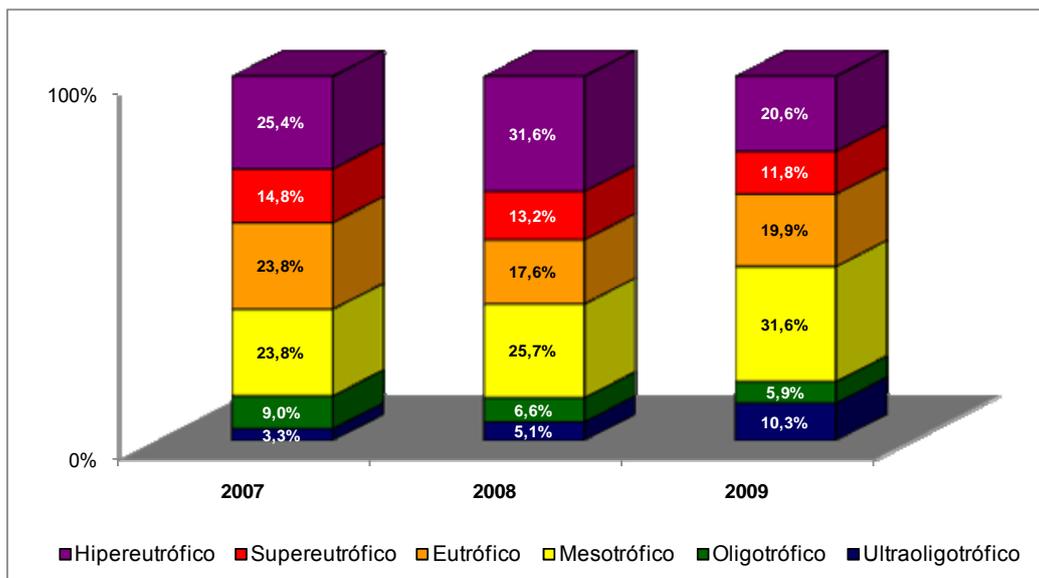
Os parâmetros que mais influenciaram no cálculo de IQA ao longo da série de monitoramento foram coliformes termotolerantes, turbidez, fósforo total e DBO, indicando a interferência dos lançamentos de esgotos domésticos e de fatores como mau uso do solo sobre a qualidade dos corpos de água dessa bacia.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.24:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na sub-bacia do rio das Velhas.

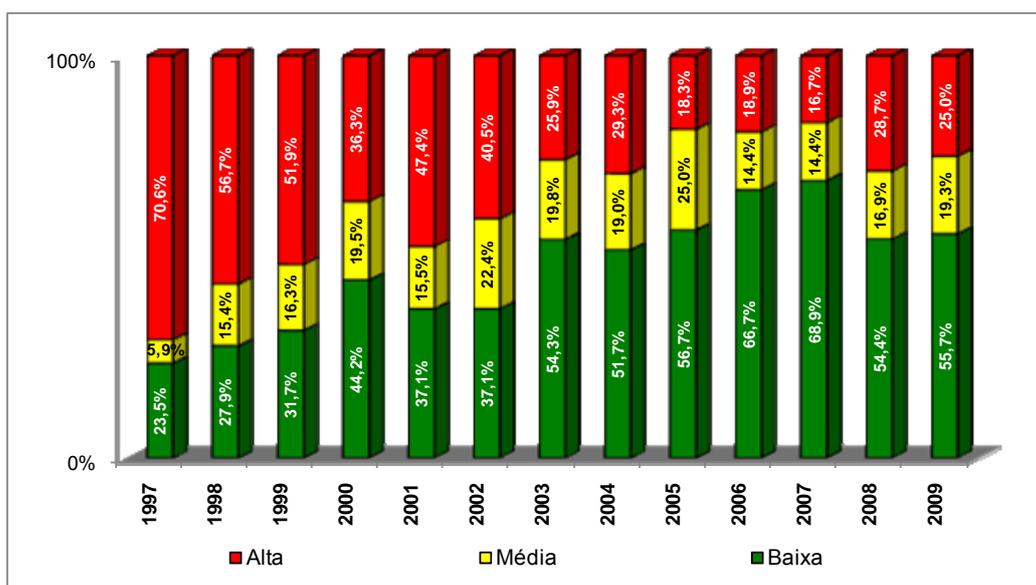
Os níveis de eutrofização dos corpos de água desta sub-bacia são preocupantes, considerando-se os resultados de IET ao longo do período de monitoramento. As ocorrências de IET Hipereutrófico (20,6 a 31,6%), Supereutrófico (11,8 a 14,8%) e Eutrófico (17,6 a 23,8%) nesse período, são indicativas do processo de eutrofização avançado na sub-bacia do rio das Velhas, embora em 2009 tenha sido registrado o maior percentual de IET Ultraoligotrófico (10,3%). A evolução temporal do Índice de Estado Trófico pode ser observada na Figura 8.25.



**Figura 8.25:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na sub-bacia do rio das Velhas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

No período de 1997 a 2002, houve predomínio de CT Alta na sub-bacia do rio das Velhas (Figura 8.26). A partir deste período, no entanto, nota-se a melhora considerável na qualidade dos corpos de água desta sub-bacia, haja vista a predominância da ocorrência de CT Baixa, com destaque para 2007, quando a CT Baixa foi registrada em 68,9% das análises. Em 2009 verificou-se a diminuição da ocorrência de CT Alta, passando de 28,7% em 2008 para 25% em 2009. Concomitantemente, as freqüências de CT Baixa e Média aumentaram de 54,4 e 16,9%, respectivamente em 2008 para 55,7 e 19,3%, respectivamente no ano seguinte.

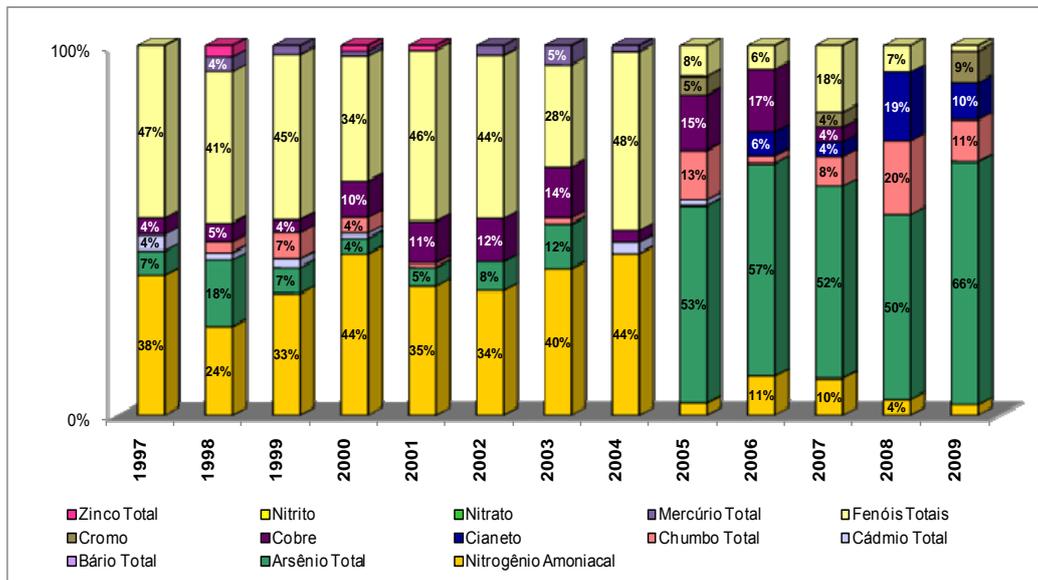


**Figura 8.26:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos – CT na sub-bacia do rio das Velhas.

Nota-se a predominância da ocorrência de fenóis totais até 2004 e de arsênio total a partir de 2005 nos resultados de CT Média e/ou Alta (Figura 8.27). Estes resultados relacionam-se às mudanças nos limites estabelecidos na legislação vigente no período anterior a 2004 e posterior a 2005. Ressalta-se ainda, a incidência de nitrogênio amoniacal total, chumbo total e cobre (total e dissolvido) ao longo da série histórica e cianeto (total e livre) a partir de 2006.

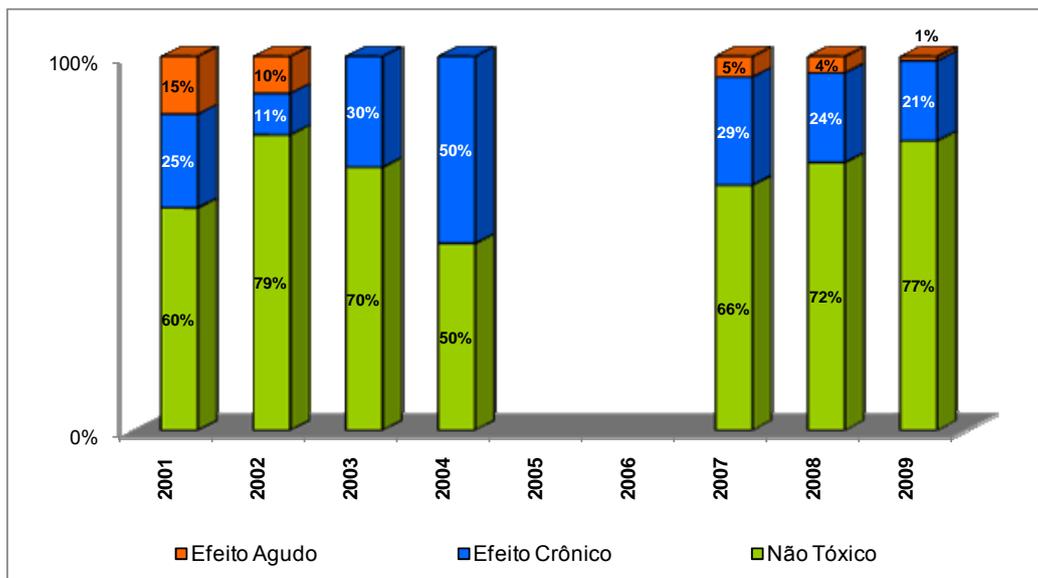
A presença de chumbo, cobre, cianeto e fenóis totais, que ocorreram de forma aleatória na bacia, está associada aos lançamentos de efluentes dos processos industriais (como por exemplo dos ramos têxtil, galvanoplastia e siderurgia). Além disso, o chumbo se deve também às atividades de agricultura. Os lançamentos de esgotos sanitários contribuem para a presença de nitrogênio amoniacal, assim como de fenóis totais nos corpos de água. Por outro lado, o arsênio se encontra em fontes naturais e as atividades de mineração desenvolvidas nessa região favorecem sua disponibilização.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.27:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na sub-bacia do rio das Velhas.

A análise dos Ensaios de Ecotoxicidade iniciou-se a partir de 2001 nesta sub-bacia. Entretanto, este ensaio não foi realizado nos anos de 2005 e 2006. Ao longo da série histórica, o efeito Não Tóxico foi predominante e a ocorrência de Efeito Agudo diminuiu. Em 2001, por exemplo, este resultado foi registrado em 15% das análises, enquanto em 2009, em apenas 1% delas (Figura 8.28). O número de estações em que o Ensaio Ecotoxicológico foi realizado aumentou de 12 (2001) para 23 (2008 e 2009), com algumas variações nesse período.

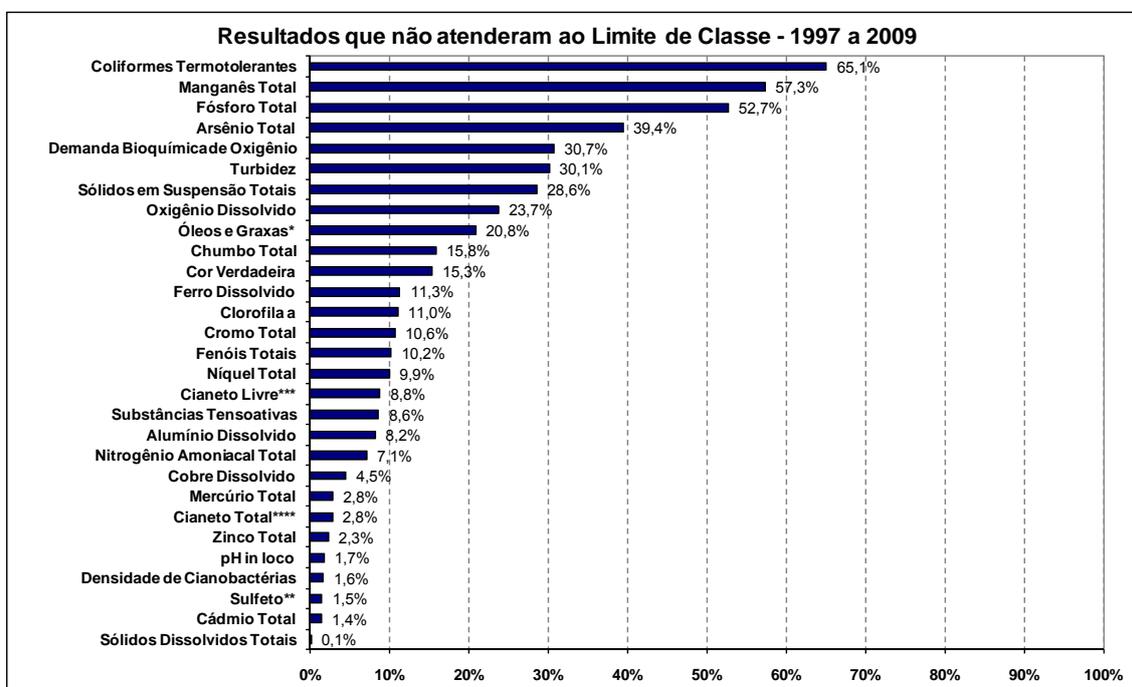


**Figura 8.28:** Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na sub-bacia do rio das Velhas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

A frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na sub-bacia do rio das Velhas está representada na Figura 8.29. Destacam-se entre os parâmetros, os resultados de coliformes termotolerantes, 65,1%, manganês total, 57,3%, fósforo total, 52,7%, arsênio total, 39,4% e demanda bioquímica de oxigênio, 30,7%.

O aporte de matéria orgânica e nutrientes com origem nas atividades agropecuárias e nos lançamentos de esgoto doméstico foram responsáveis pelos resultados de coliformes termotolerantes e fósforo total. Já a degradação desta matéria orgânica, ocasionou os resultados de DBO. O uso e o manejo inadequado do solo são responsáveis pelas violações de manganês total, enquanto os efluentes das atividades de mineração existentes ao longo da sub-bacia do rio das Velhas favoreceram os resultados de arsênio total.



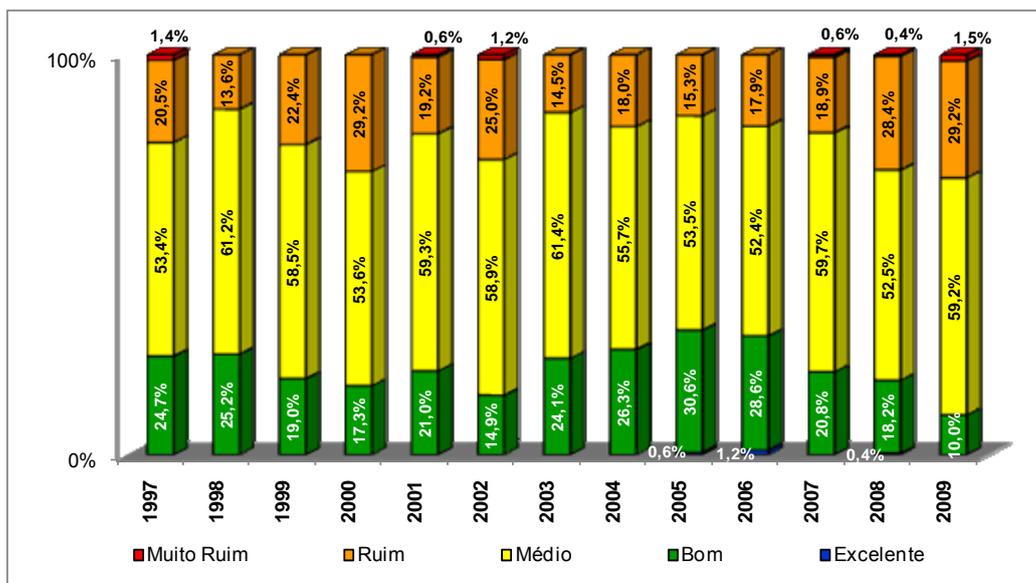
**Figura 8.29:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na sub-bacia do rio das Velhas.

### 8.1.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

A Figura 8.30 apresenta a evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA observado nesta bacia. Verificou-se ao longo da série histórica o predomínio de IQA Médio. A partir de 2005, a diminuição dos resultados de IQA Bom e o aumento dos resultados de IQA Médio, Ruim e Muito Ruim indicaram a piora na qualidade dos corpos de água do rio Grande e seus afluentes. As ocorrências de IQA Bom diminuíram de 18,2% em 2008 para 10,0% em 2009, enquanto o IQA Médio, Ruim e Muito Ruim, os quais apresentaram, respectivamente, 52,5, 28,4 e 0,4% de frequência em 2008 aumentaram para respectivamente, 59,2, 29,2 e 1,5% de frequência em 2009.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

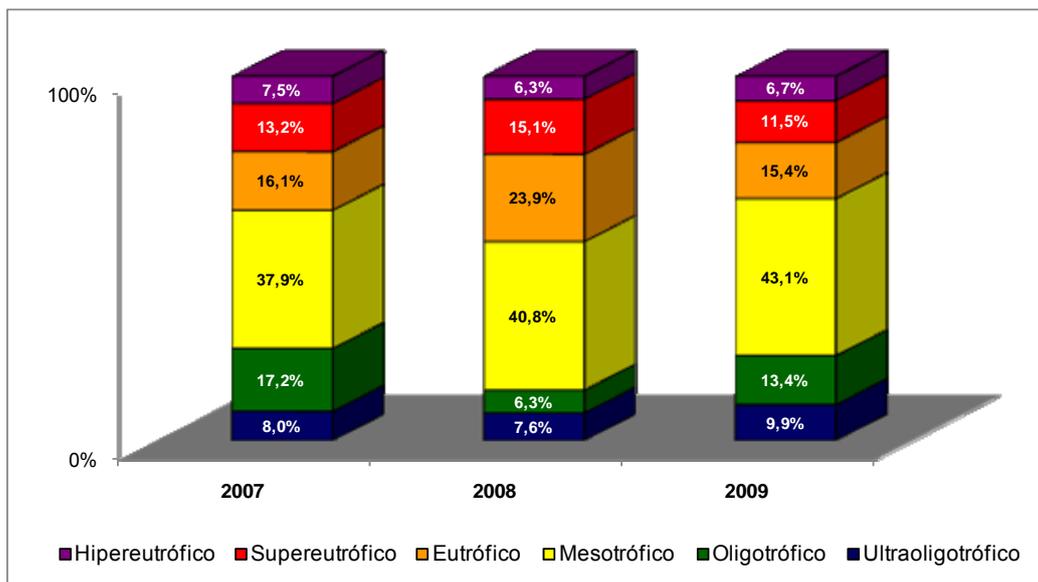
Nesta bacia, as ocorrências de coliformes termotolerantes e turbidez, em sua maioria, além de fósforo total, DBO e OD contribuíram para os resultados de IQA Ruim e Muito Ruim ao longo da série histórica, indicando a interferência dos lançamentos de esgotos domésticos e de fatores como mau uso do solo sobre a qualidade dos corpos de água dessa bacia.



**Figura 8.30:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Grande.

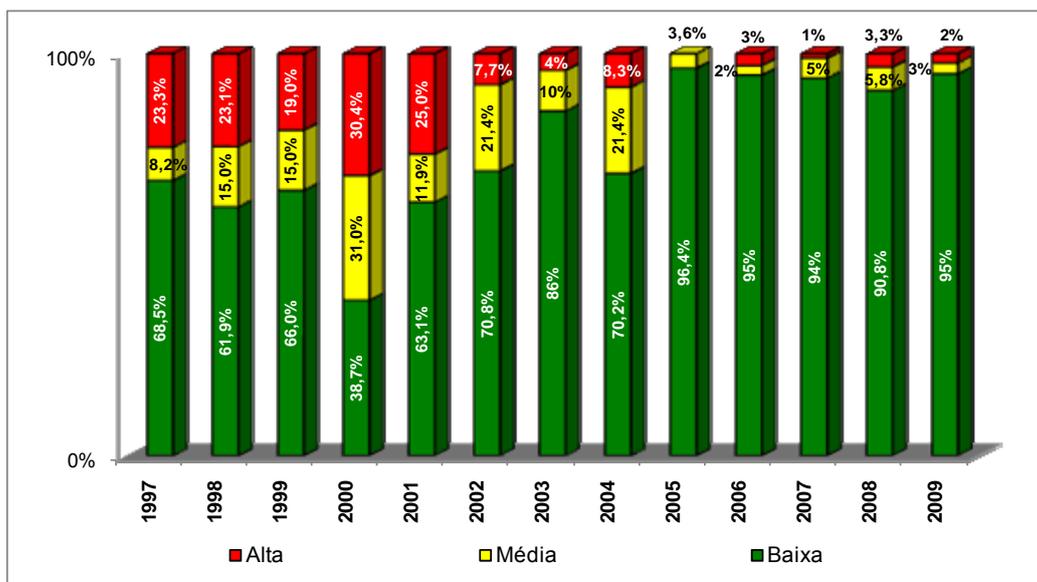
Ao longo do período monitorado, observou-se o predomínio de ocorrência de IET Mesotrófico. Vale ressaltar a melhora na condição de trofia dos corpos de água da bacia do rio Grande pela diminuição dos registros de IET Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico que passaram de 16,1, 13,2 e 7,5%, respectivamente em 2007 para 15,4, 11,5 e 6,7% de frequência em 2009 (Figura 8.31). Corroborando esse fato o aumento das ocorrências de IET Mesotrófico e Ultraoligotrófico, os quais apresentaram 37,8 e 8,0% de frequência, respectivamente, em 2007 e 43,1 e 9,9% de frequência, respectivamente, em 2009. Destaca-se a importância do monitoramento do processo de eutrofização em todos os corpos de água que drenam para as represas desta bacia, considerando-se que este processo é potencializado em ambientes lânticos.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.31:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Grande.

Os resultados de CT Baixa predominaram nos corpos de água da bacia do rio Grande e indicam a melhora nos níveis de qualidade da água ao longo do período de monitoramento (Figura 8.32). Os piores resultados ao longo da série histórica foram no ano 2000, com 31,0% de ocorrência de CT Média e 30,4% de CT Alta. Os resultados de 2009 corroboram esta melhoria, haja vista que a frequência de ocorrência de CT Média e Alta foram de apenas 3,0% e 2,0%, respectivamente.

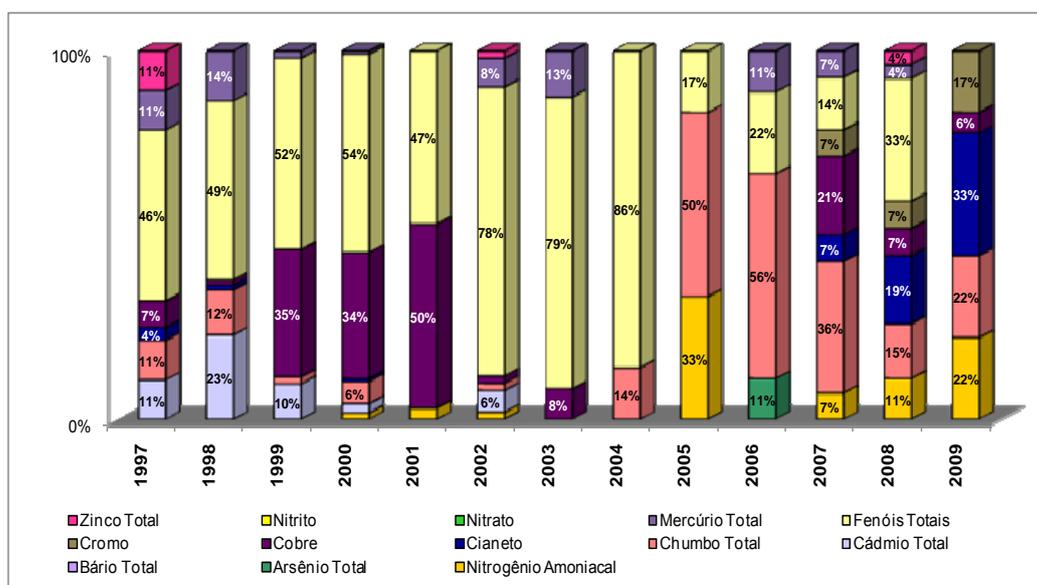


**Figura 8.32:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Grande.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Os parâmetros que influenciaram os resultados de CT Média e/ou Alta ao longo da série histórica na bacia do rio Grande podem ser observados na Figura 8.33. Verificou-se o predomínio de ocorrências de fenóis totais até 2004 e, ainda neste período, a ocorrência de cobre dissolvido, que no ano 2000, foi responsável por 50% dos resultados de CT Média e/ou Alta na bacia do rio Grande. A partir de 2005, as violações dos limites legais de chumbo total, nitrogênio amoniacal total, cobre dissolvido, cianeto (livre e total) e cromo total, além de fenóis totais se destacaram. Estes resultados relacionam-se às mudanças nos limites estabelecidos na legislação vigente no período anterior a 2004 e posterior a 2005.

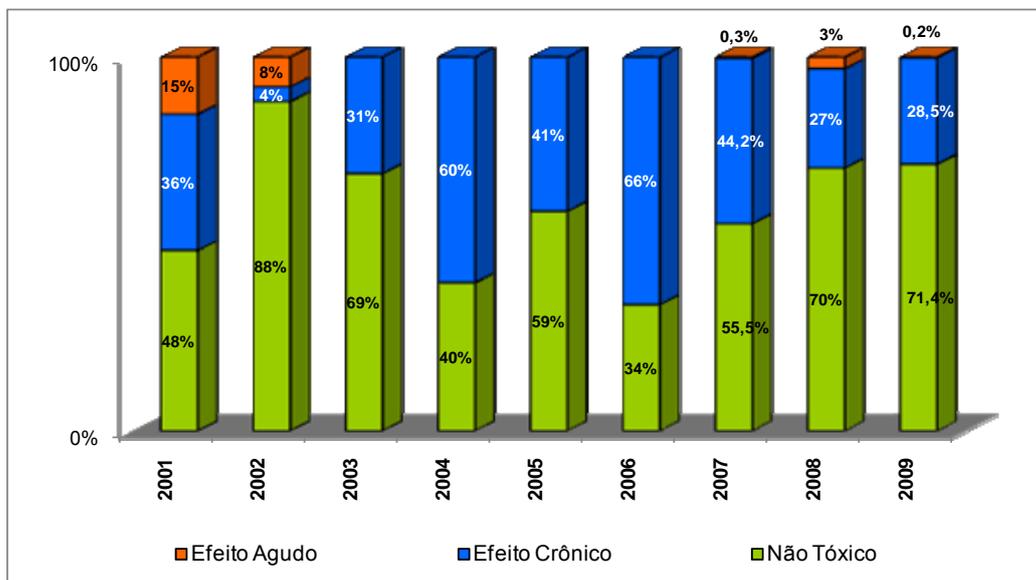
A detecção de nitrogênio amoniacal está relacionada, principalmente, às atividades de agricultura, aos despejos de esgotos domésticos e à presença de curtumes e laticínios registrados na área de drenagem da bacia. A ocorrência de cromo total pode ser relacionada ao curtume e a matadouros, enquanto que a de cianeto está associada à fabricação de artefatos de plástico, indústria têxtil e fecularia e o chumbo ao uso de agroquímicos. Além disso, os esgotos domésticos e o aporte de matéria orgânica para os corpos hídricos favorecem a presença de fenóis totais nas águas dessa bacia.



**Figura 8.33:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Grande.

Os Ensaios de Ecotoxicidade começaram a ser analisados a partir de 2001 na bacia do rio Grande. Ao longo da série histórica observou-se a diminuição do Efeito Agudo nos corpos de água desta bacia. Destaca-se que em 2009 este resultado representou 0,2% das análises. Ressalta-se, no entanto, o predomínio de Efeito Crônico nos anos de 2004 e 2006, com 60,0 e 66,0% de ocorrência, respectivamente. O nível de toxicidade da bacia diminuiu a partir de 2006, haja vista que os resultados Não Tóxicos aumentaram de 34,0% em 2006 para 71,4% em 2009 (Figura 8.34). Nos anos de 2001 a 2009 o número de estações nas quais esse ensaio foi realizado passou de 7 para 32, com algumas variações nesse período.

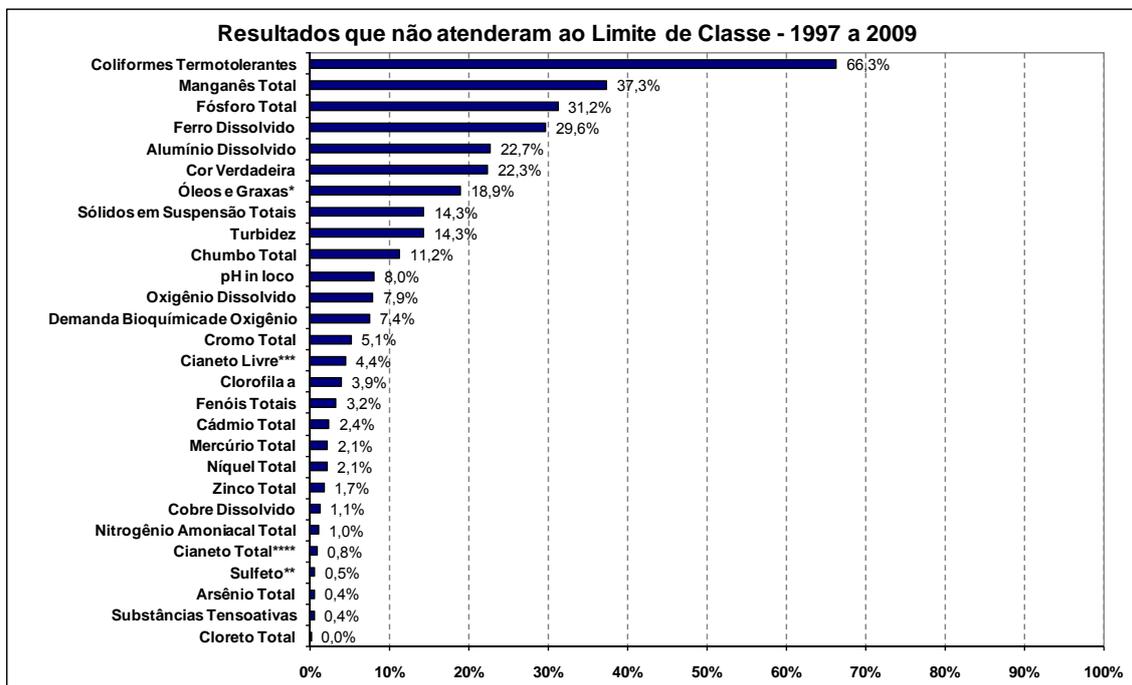
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.34:** Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na bacia do rio Grande.

Ao longo da série histórica, os parâmetros que apresentaram as maiores porcentagens de violação em relação aos limites legais foram coliformes termotolerantes (66,3%), manganês total (37,3%), fósforo total (31,2%), ferro dissolvido (29,6%) e alumínio dissolvido (22,7%), como apresentado na Figura 8.35. Dentre os principais problemas da bacia, ressaltam-se o lançamento de matéria orgânica e nutrientes provenientes de esgotos domésticos e de atividades agropecuárias e o uso e o manejo inadequado do solo nas atividades agropecuárias.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.35:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Grande.

### 8.1.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

Na bacia do rio Doce o predomínio de IQA Médio foi constatado em todo o período de monitoramento, com exceção do ano de 2006, ano em que os resultados de IQA Bom predominaram em 51,6% das análises. Em relação ao período de 2008 e 2009, verificou-se a diminuição de ocorrência de IQA Bom de 29,2% em 2008, para 19,1% em 2009. Ainda neste cenário, observou-se o aumento de resultados de IQA Ruim, que passaram de 10,7% em 2008 para 23,1% em 2009 (Figura 8.36). Destaca-se que a rede de amostragem foi ampliada em 2008 com a implantação de 32 novas estações de amostragem, as quais começaram a ser operadas a partir do 4º trimestre. Portanto, essas variações observadas não representam uma tendência de melhora ou piora dos corpos de água monitorados, tendo em vista que a base de cálculo aumentou em 100%.

Os valores de coliformes termotolerantes e turbidez foram que mais influenciaram no cálculo do IQA, indicando a forte interferência dos lançamentos de esgotos domésticos, pecuária e de práticas de uso insustentável do solo em toda a bacia do rio Doce.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

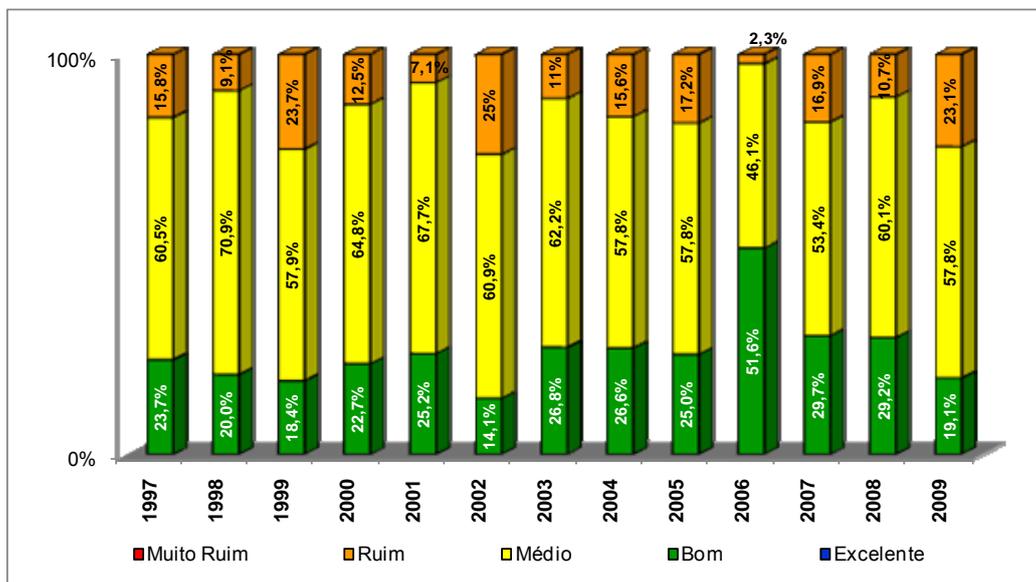


Figura 8.36: Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Doce.

Na Figura 8.37, está representada a evolução temporal dos resultados de IET na bacia do rio Doce. Ao longo do período de monitoramento, observou-se a predominância de IET Mesotrófico. As ocorrências de IET Ultraoligotrófico aumentaram de 4,0% em 2007 para 15,3% em 2009, enquanto que os resultados de IET Eutrófico e Supereutrófico diminuíram de 24,0 e 7,2%, respectivamente, em 2007 para 15,7 e 6,8% de frequência, respectivamente, em 2009. Embora a ocorrência de IET Hipereutrófico deste período tenha aumentado de 2,4% em 2007 para 3,4% no último ano, de maneira geral, os resultados apontam um cenário de menor tendência à eutrofização. Ressalta-se a ampliação da rede de amostragem em 2008.

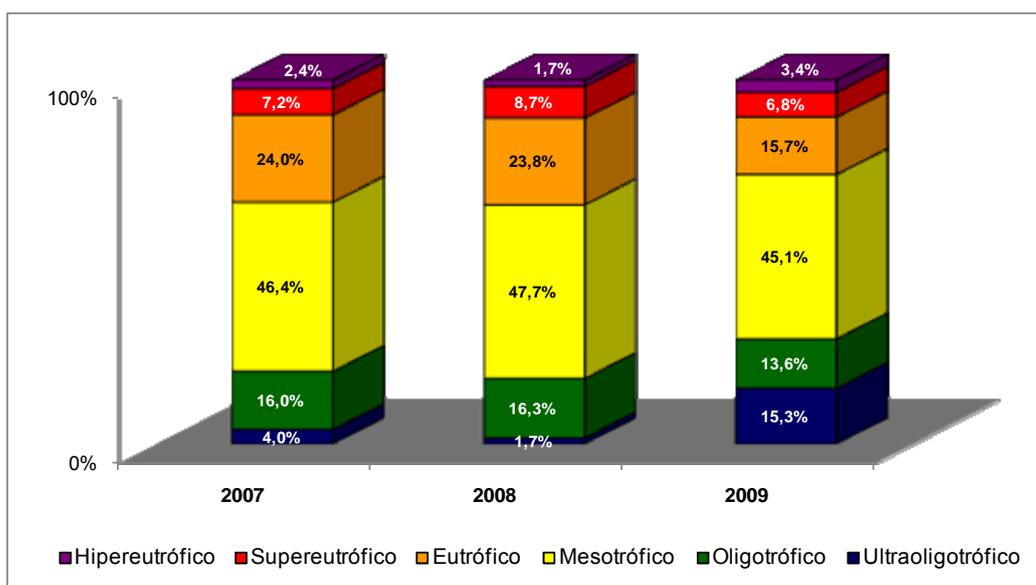
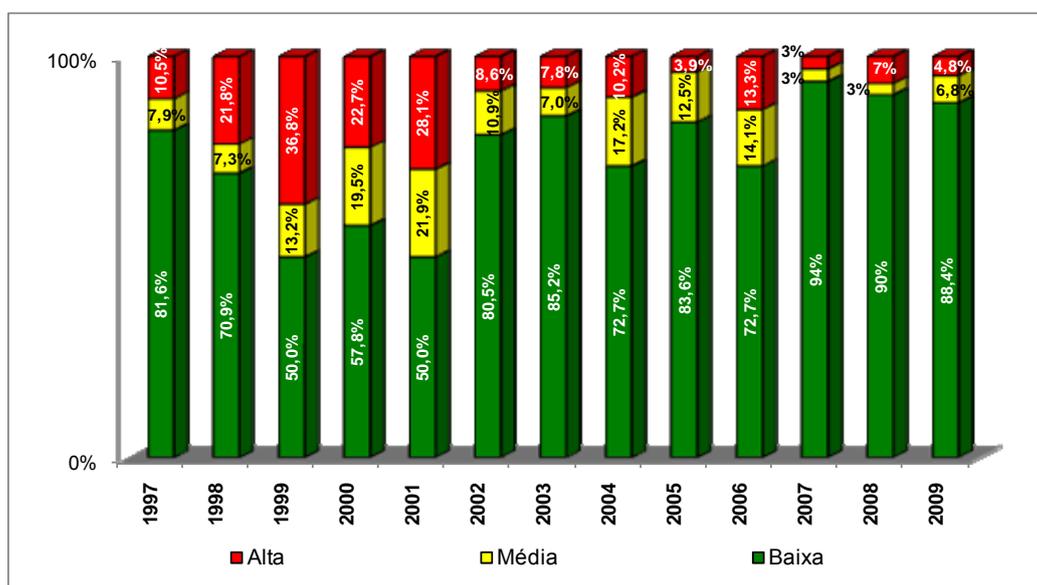


Figura 8.37: Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Doce.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

A evolução temporal dos resultados da Contaminação por Tóxicos está representada na Figura 8.38. Ao longo da série histórica, houve predomínio de resultados de CT Baixa, embora os resultados de 1999 se destaquem com ocorrência de CT Alta em 36,8% das análises. Observou-se a partir de 2002, uma melhora do nível de substâncias tóxicas nos corpos de água da bacia do rio Doce, devido à diminuição das ocorrências de CT Média e Alta. Em 2009 a frequência de CT Média aumentou, passando de 3% em 2008 para 6,8% das amostragens em 2009. Por outro lado, a CT Alta, que em 2008 ocorreu em 7% das análises, apresentou diminuição em 2009 uma vez que foi registrada em 4,8% delas. Analogamente, a CT Baixa, registrada em 90% das amostras de água em 2008 apresentou 88,4% de frequência em 2009. Ressalta-se o crescimento expressivo (100%) do número de pontos monitorados a partir da 4ª campanha de 2008.

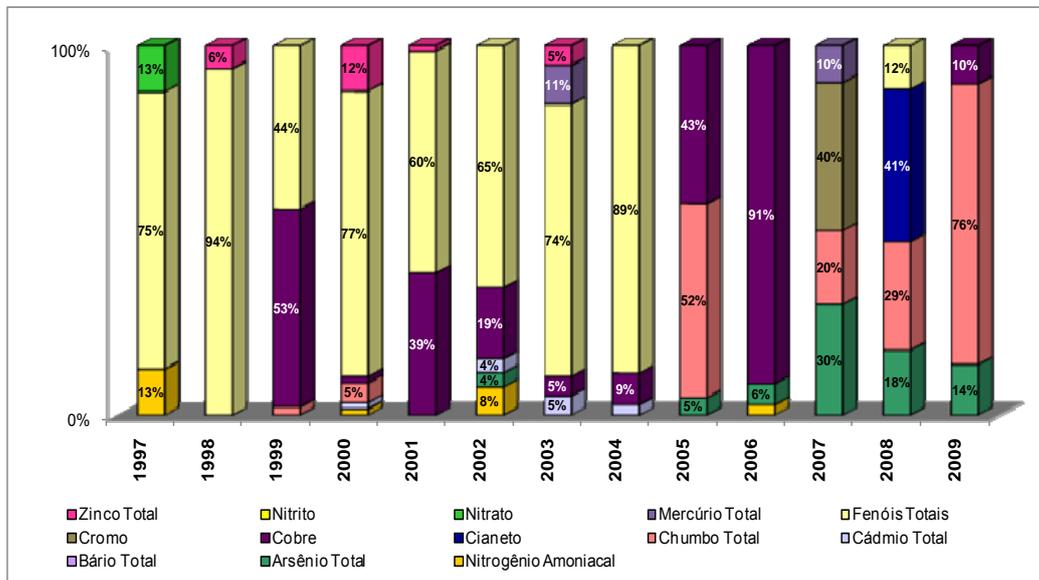


**Figura 8.38:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxicos – CT na bacia do rio Doce.

Ao longo da série histórica, observou-se a influência significativa dos resultados de fenóis totais na ocorrência de CT Média e/ou Alta até o ano de 2004. Com a mudança na legislação a partir de 2005, destacaram-se as ocorrências de chumbo total, arsênio total e cobre dissolvido, esse último especialmente em 2006, com 91,0% de frequência, além de cianeto total, responsável por 41,0% dos resultados em 2008 (Figura 8.39).

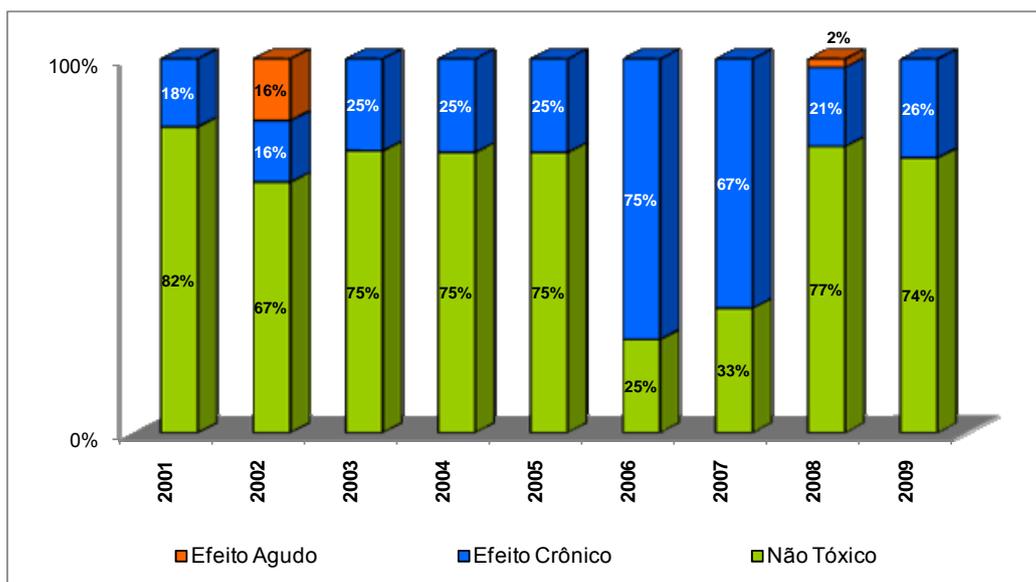
A contaminação dos corpos de água por chumbo e cobre na bacia do rio Doce é resultante de efluentes de siderurgia, indústria têxtil, de tratamento de superfícies metálicas e galvanoplastia, bem como ao uso de agroquímicos, em especial pela expansão da silvicultura. Os teores de arsênio se devem à fabricação de óxido de arsênio, aproveitado como subproduto do minério e aos rejeitos de minério ricos em arsênio, os quais foram estocados às margens de riachos ou lançados diretamente nas drenagens, o que vem provocando até os dias de hoje, grande comprometimento ambiental do solo e da água na região. A presença de cianeto pode ser relacionada às atividades siderúrgicas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.39:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Doce.

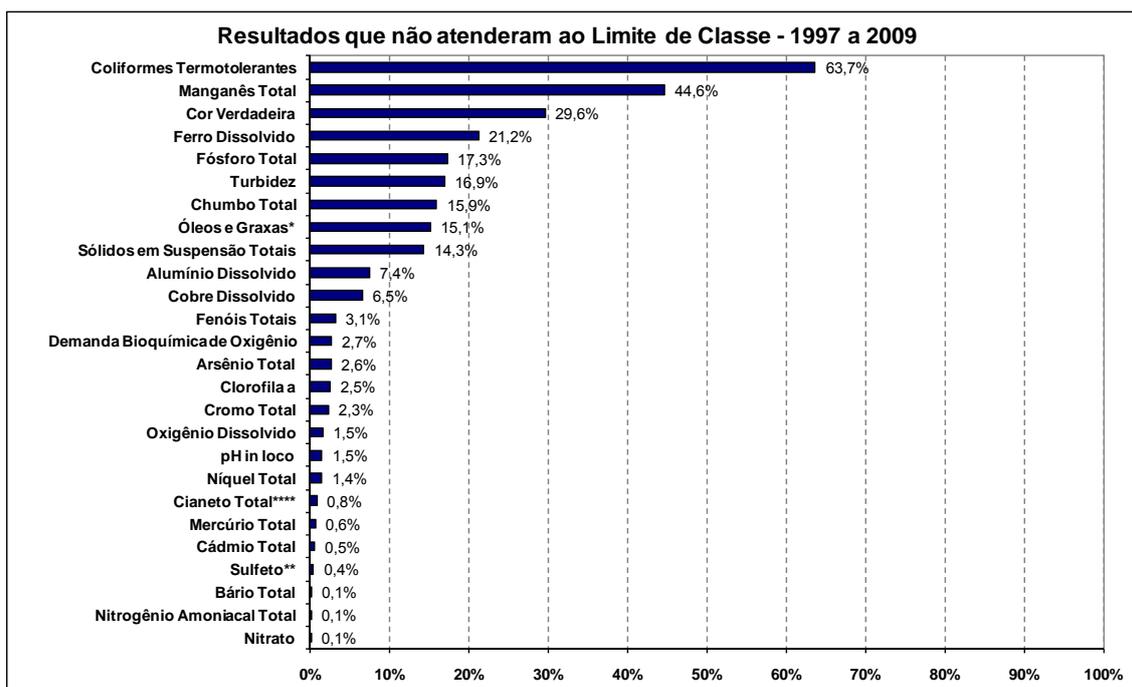
A análise dos Ensaios de Ecotoxicidade na bacia do rio Doce foi iniciada em 2001. Destaca-se neste período, a predominância de resultados Não Tóxicos ao longo dos anos, com exceção de 2006 e 2007. Nestes anos, o Efeito Crônico foi predominante, com ocorrência de 75% e 67%, respectivamente. Destaca-se ainda o ano de 2002, com a ocorrência de Efeito Agudo em 16% das análises. O Efeito Agudo observado em 2% das análises no ano de 2008 não foi registrado em 2009 nos corpos de água desta bacia. Estes resultados estão representados na Figura 8.40. Vale ressaltar que o número de estações nas quais essa análise foi realizada passou de 3 em 2001 para 7 em 2009, com variações nesse período.



**Figura 8.40:** Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na bacia do rio Doce.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Os parâmetros em desacordo com a legislação na bacia do rio Doce foram coliformes termotolerantes, manganês total, cor verdadeira, ferro dissolvido e fósforo total com 63,7, 44,6, 29,6, 21,2 e 17,3% de ocorrência, respectivamente (Figura 8.41). Os lançamentos de matéria orgânica nos corpos de água da bacia, advindos principalmente dos esgotos domésticos, assim como o uso e manejo inadequado do solo ao longo da bacia contribuíram para estes resultados.



**Figura 8.41:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Doce.

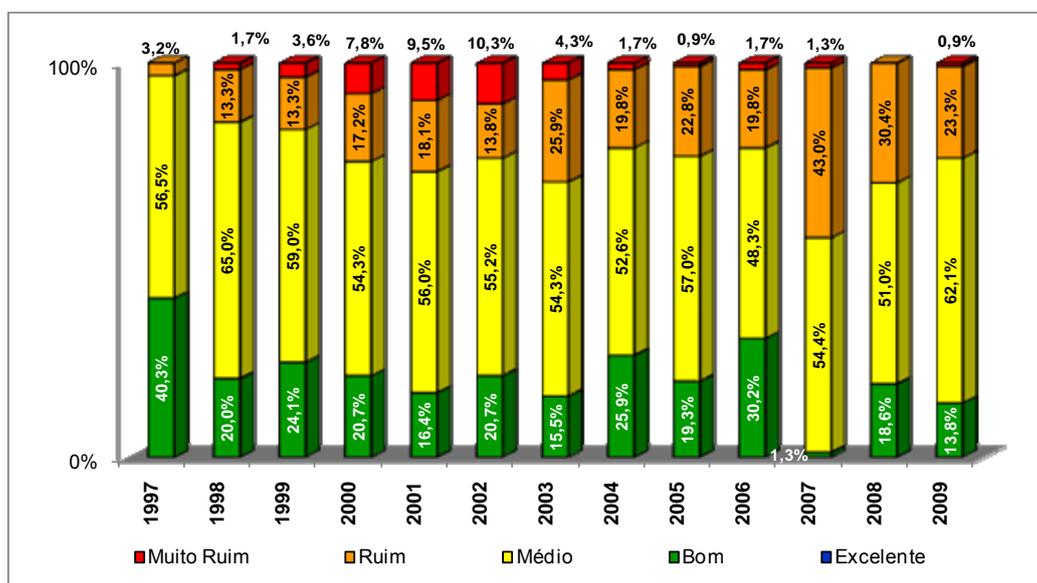
### 8.1.4 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

O predomínio de IQA Médio no período de monitoramento foi observado nessa bacia (Figura 8.42). No entanto, nota-se uma piora na qualidade dos corpos de água ao longo da série histórica, haja vista a tendência ao aumento das ocorrências de IQA Médio e Ruim e diminuição da frequência de IQA Bom. O IQA Muito Ruim foi registrado ao longo de toda a série histórica, com exceção dos anos de 1997 e 2008, sendo que a maior ocorrência deste resultado foi verificada no ano de 2002, em 10,3% das análises. Em 2009 houve a diminuição da frequência de IQA Bom, o qual apresentou 18,6% em 2008 e 13,8% no ano seguinte, sendo esta última, a menor porcentagem de IQA Bom registrada em todo o período de monitoramento. Analogamente, as ocorrências de IQA Ruim diminuíram de 30,4% em 2008 para 23,3% em 2009. Ressalta-se que o IQA Muito Ruim, que não havia sido registrado em 2008 apresentou 0,9% de frequência em 2009.

Os parâmetros que mais influenciaram no cálculo do IQA foram coliformes termotolerantes, %OD e DBO, indicando a forte interferência das atividades da

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

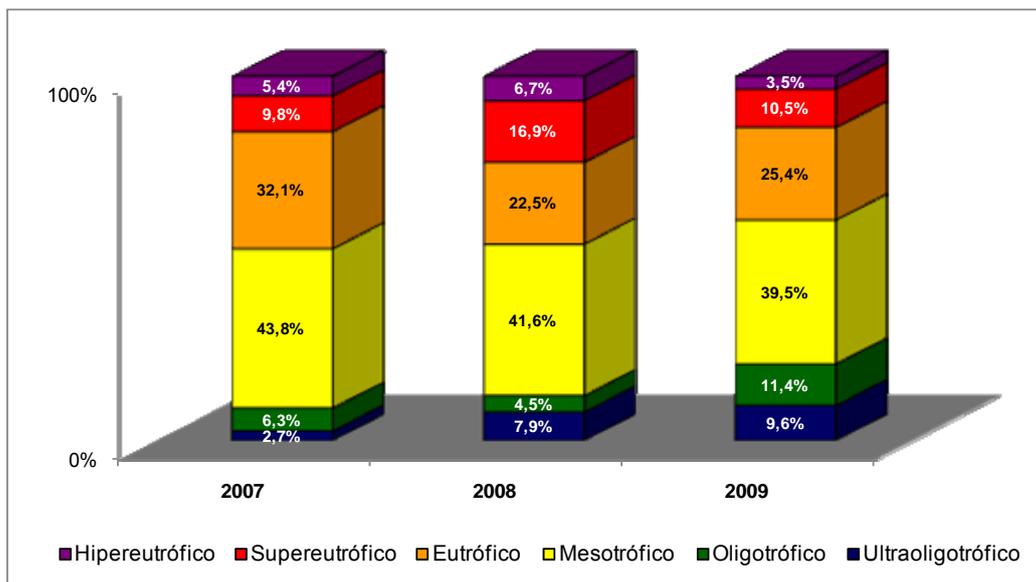
mineração e o lançamento de efluentes domésticos sobre a qualidade dos corpos de água.



**Figura 8.42:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Paraíba do Sul.

Os resultados do Índice de Estado Trófico da bacia do rio Paraíba do Sul estão representados na Figura 8.43. Em relação ao período de monitoramento, nota-se um aumento dos resultados Oligotróficos e Ultraoligotróficos que passaram de 6,3 e 2,7% em 2007 para 11,4 e 9,6% de frequência em 2009. A melhora do nível de trofia dos corpos de água da bacia do rio Paraíba do Sul é corroborada também pela diminuição de resultado Eutrófico e Hipereutrófico, de 32,1 e 5,4%, respectivamente, em 2007 para 25,4 e 3,5%, respectivamente, em 2009. Estes resultados sugerem um cenário de menor tendência à eutrofização dos corpos de água da bacia do rio Paraíba do Sul.

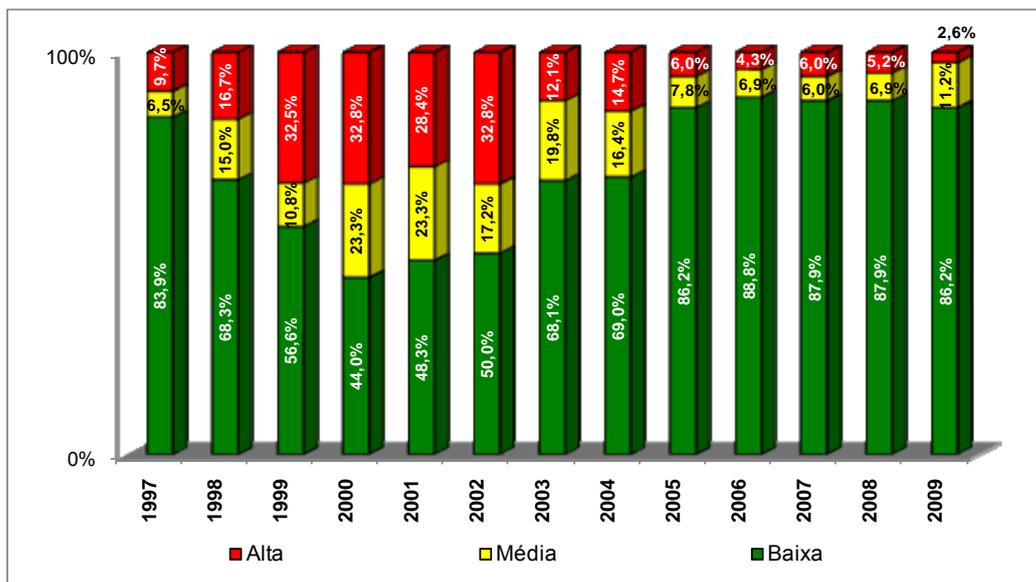
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.43:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Paraíba do Sul.

A Figura 8.44 representa a evolução temporal dos resultados da Contaminação por Tóxico da bacia do rio Paraíba do Sul, com predomínio de resultados de CT Baixa. Embora a frequência de CT Alta em 1999, 2000 e 2002 sejam as mais altas registradas ao longo da série histórica, aproximadamente 32%, observou-se a partir do ano 2000 uma melhora na qualidade da água em função do aumento gradativo das ocorrências de CT Baixa, com 86,2% de frequência em 2009. Apesar da diminuição da frequência de CT Alta, de 5,2 % em 2008 para 2,6 % em 2009, notou-se um aumento dos resultados de CT Média, os quais passaram de 6,9% em 2008 para 11,2% em 2009.

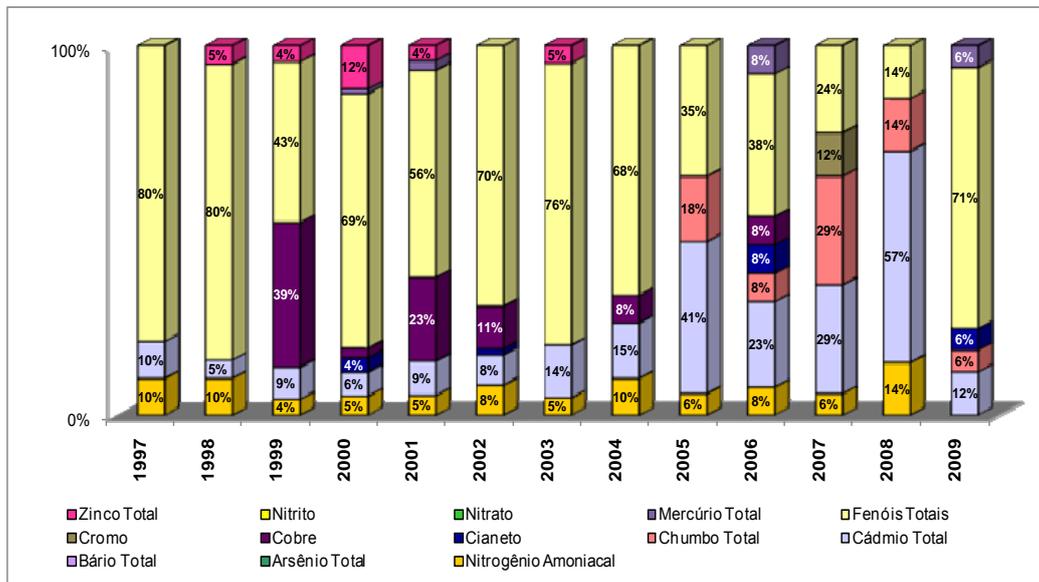
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.44:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Paraíba do Sul.

A ocorrência de fenóis totais contribuiu para os resultados de CT Média e/ou Alta na bacia do rio Paraíba do Sul durante todo o período de monitoramento. Apesar da mudança da legislação a partir de 2005, as concentrações deste parâmetro continuaram a se destacar e em 2009, foram responsáveis por 71% dos resultados de CT Média e/ou Alta. Nota-se também a ocorrência de cádmio total ao longo da série histórica, com destaque para o ano de 2008, quando apresentou 57% de frequência. Os resultados de nitrogênio amoniacal total e chumbo total contribuíram ainda, ao longo da série histórica, para a ocorrência deste nível de toxicidade, em especial no ano de 2008, com 14,0% de frequência cada um (Figura 8.45). A presença desses contaminantes nos corpos de água reflete a interferência dos lançamentos de esgoto doméstico e das atividades industriais, principalmente dos ramos alimentício, têxtil, metalúrgico, plásticos, siderúrgico, papel e papelão.

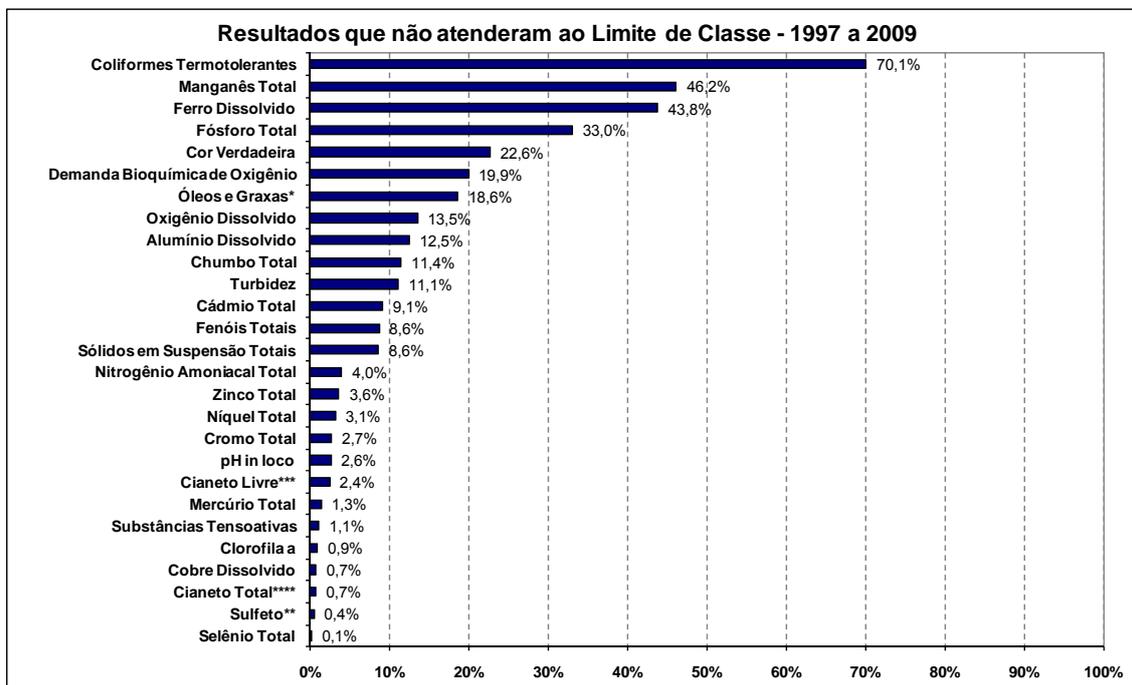
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.45:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Paraíba do Sul.

Os parâmetros da bacia do rio Paraíba do Sul que estiveram em desacordo com a legislação legal ao longo da série histórica podem ser observados na Figura 8.46. Dentre os principais destacam-se os coliformes termotolerantes, 70,1%, manganês total, 46,2%, de ferro dissolvido, 43,8%, fósforo total, 33,0% e cor verdadeira, 22,6%. Ressalta-se que os resultados destes parâmetros refletem a interferência do lançamento de esgoto doméstico nos corpos de água da bacia, além da influência da poluição difusa proveniente do uso e manejo inadequado do solo na região.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



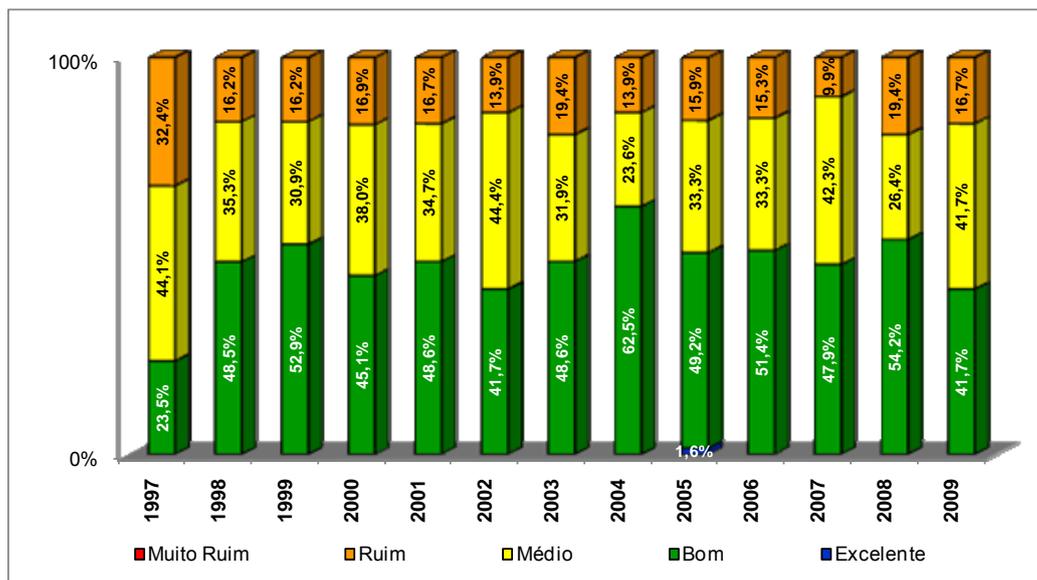
**Figura 8.46:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Paraíba do Sul.

### 8.1.5 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA

Na Figura 8.47 é apresentada a frequência de ocorrência do Índice de Qualidade das Águas ao longo da série histórica de monitoramento na bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Observou-se a predominância do IQA Bom, com exceção dos anos de 1997 e 2002, quando o IQA Médio representou 44,1 e 44,4% das ocorrências, respectivamente. Ressalta-se ainda que em 2009, o IQA Bom e Médio ocorreram ambos, em 41,7% das análises. Apesar da diminuição de resultados de IQA Ruim de 2008 (19,4%) a 2009 (16,7%), a ocorrência de resultados de IQA Bom também diminuiu no período, sem caracterizar, portanto, um quadro de melhora dos níveis de qualidade da bacia do rio Paranaíba.

As atividades agropecuárias, somadas aos lançamentos de esgoto doméstico dos municípios da bacia, influenciaram na ocorrência de coliformes termotolerantes e turbidez. Estes parâmetros, predominantes na série histórica, foram responsáveis pelos resultados de IQA Ruim e Muito Ruim na bacia do rio Paranaíba.

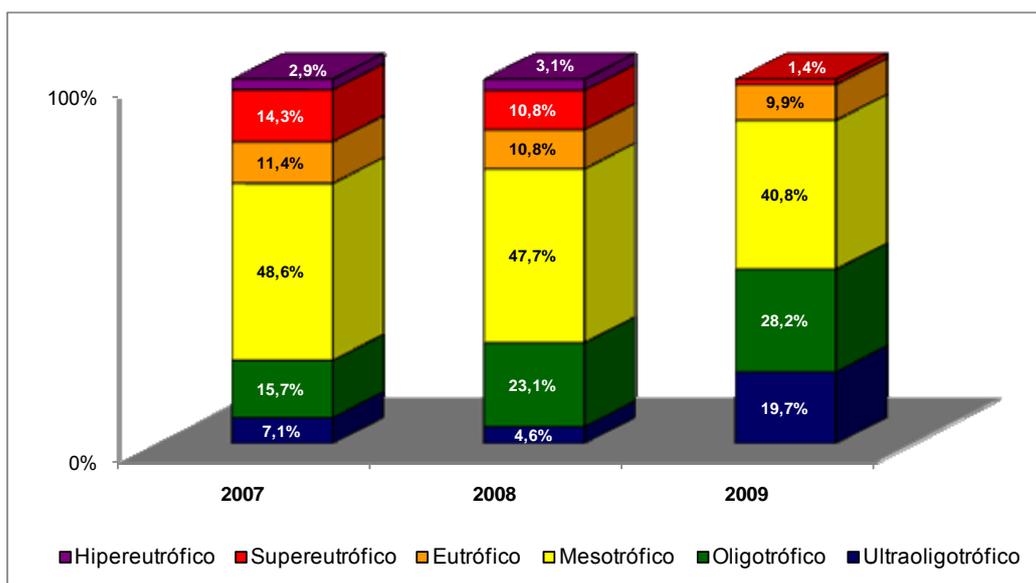
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.47:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Paranaíba.

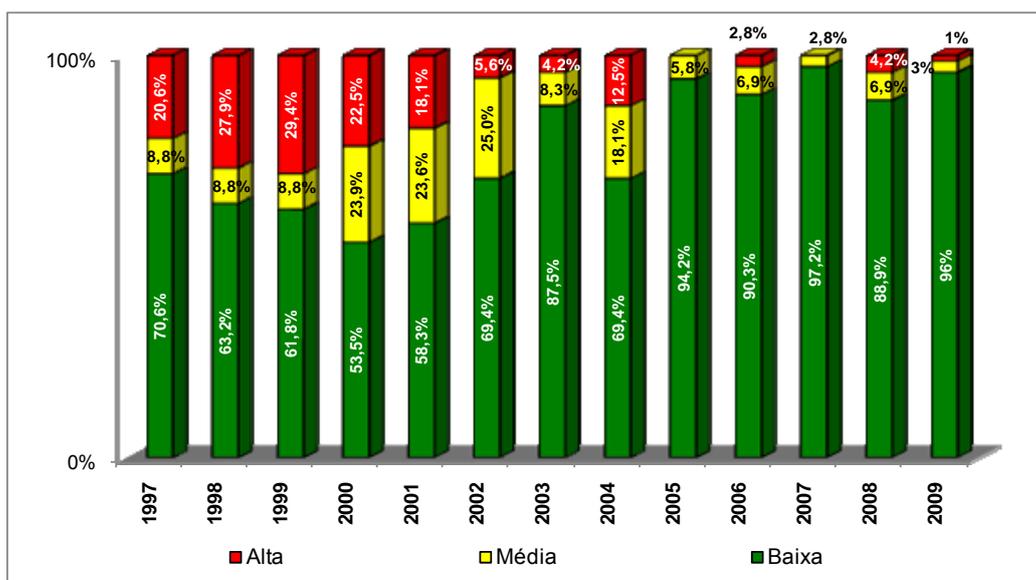
A bacia do rio Paranaíba apresentou um nível de eutrofização baixo em relação às outras bacias hidrográficas de Minas Gerais. Em 2009, por exemplo, não houve registros de IET Hipereutrófico e nos anos anteriores, a ocorrência deste resultado foi verificada em 2,9% das análises em 2007 e em 3,1% em 2008. Observou-se também, a redução da frequência de IET Eutrófico e Supereutrófico de 11,4 e 14,3%, respectivamente em 2007 para 9,9 e 1,4%, respectivamente em 2009. Simultaneamente, verificou-se o aumento da ocorrência de IET Ultraoligotrófico de 7,1% em 2007 para 19,7% das análises do ano de 2009 (Figura 8.48). Esses resultados sugerem que a maioria dos corpos de água monitorados não apresenta condições favoráveis à eutrofização nessa bacia.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.48:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Paranaíba.

Ao longo da série histórica, observou-se o predomínio de CT Baixa nos corpos de água da bacia do rio Paranaíba. Ressalta-se no período, a não ocorrência de CT Alta nos anos de 2005 e 2007. De maneira geral, observou-se ainda, a melhora da qualidade dos corpos de água da bacia em razão da redução da frequência de CT Média e Alta no período monitorado. Em 2009 houve a diminuição dos resultados de CT Média e Alta de 6,9 e 4,2% em 2008 para 3,0 e 1,0% em 2009, conforme observado na Figura 8.49. Concomitantemente, a ocorrência de CT Baixa aumentou de 88,9% em 2008 para 96% em 2009.

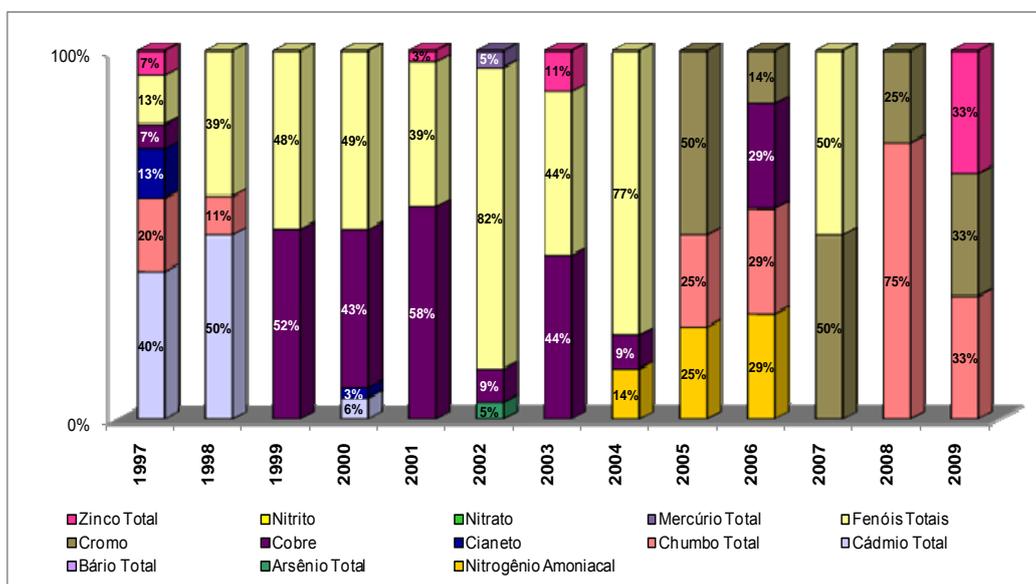


**Figura 8.49:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Paranaíba.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Destaca-se na bacia do rio Paranaíba, a predominância da ocorrência de fenóis totais e cobre total até 2004. A partir de 2005, os parâmetros que contribuíram para os resultados de CT Média e Alta foram chumbo total e cromo total (Figura 8.50). Vale saber que estes resultados relacionam-se às mudanças nos limites estabelecidos na legislação vigente no período anterior a 2004 e posterior a 2005.

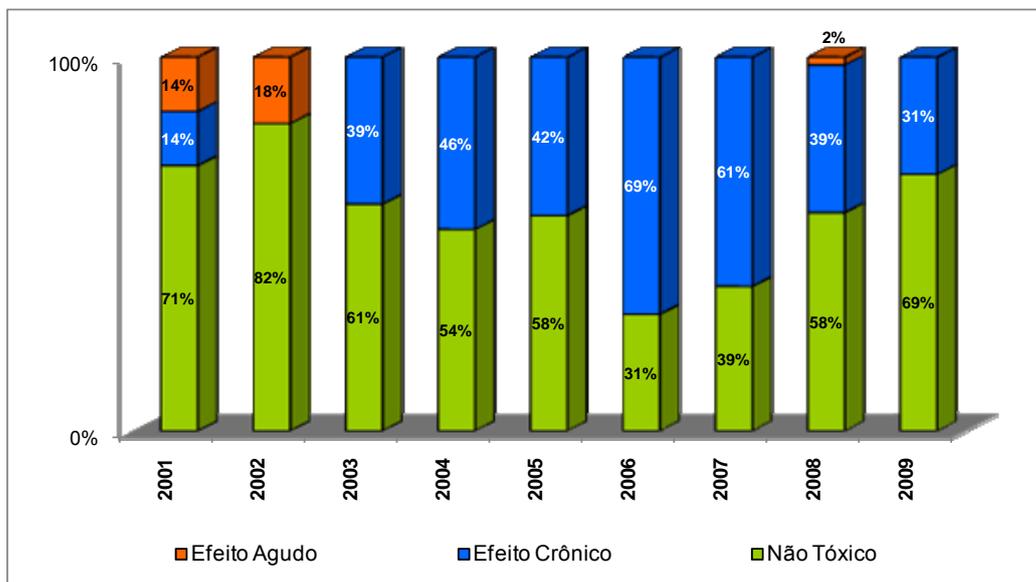
A presença de fenóis totais nos corpos de água monitorados se deve aos lançamentos de efluentes domésticos e industriais, principalmente alimentos e metalurgia. O cobre estava associado ao uso de defensivos agrícolas e o chumbo total relaciona-se com a presença de indústrias, principalmente metalúrgicas, enquanto o cromo total advém dos efluentes de curtume, galvanoplastia e indústria de cimento.



**Figura 8.50:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Paranaíba.

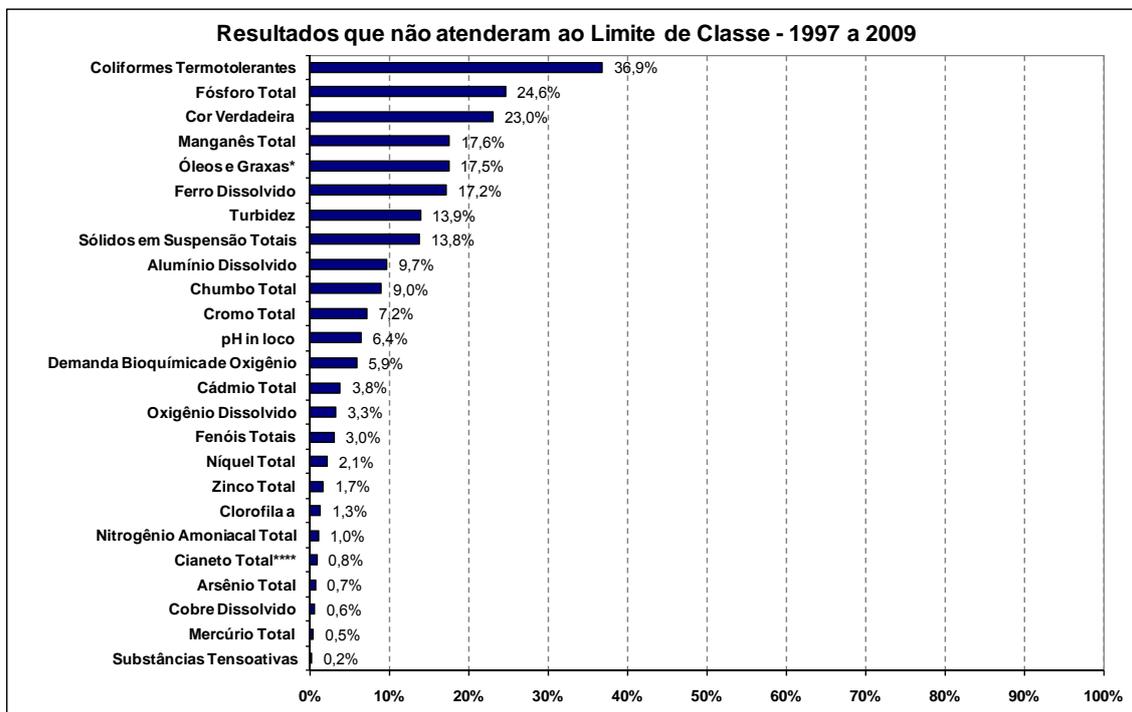
Os resultados dos Ensaios de Ecotoxicidade ao longo do período apresentaram Efeito Agudo apenas nos anos de 1997, 1998 e 2008, com ocorrência de 14,0, 18,0 e 2,0% respectivamente. Na maioria dos anos, entretanto, o efeito Não Tóxico predominou, com exceção de 2006 e 2007. Nestes anos, os resultados de Efeito Crônico apresentaram 69,0 e 61,0% de ocorrência, respectivamente (Figura 8.51). Em 2001 e 2002 esses ensaios eram realizados em 3 estações de amostragem e a partir de 2003 esse número variou entre 12 e 14 estações.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.51:** Evolução temporal dos Ensaios de Ecotoxicidade na bacia do rio Paranaíba.

Os percentuais de violação dos parâmetros na bacia do rio Paranaíba são inferiores àquelas registradas ao longo da série histórica nas outras bacias hidrográficas de Minas Gerais. De acordo com a Figura 8.52, os coliformes termotolerantes, com 36,9%, o fósforo total, com 24,6%, a cor verdadeira, com 23,0%, o manganês total, 17,6% e os óleos e graxas, com 17,5% de resultados desconformes, se destacam. Esses parâmetros refletem o aporte de matéria orgânica e nutrientes para os corpos de água, provenientes do lançamento de esgotos sanitários e das atividades agropecuárias da região, além da poluição difusa derivada do uso e manejo inadequado do uso do solo.



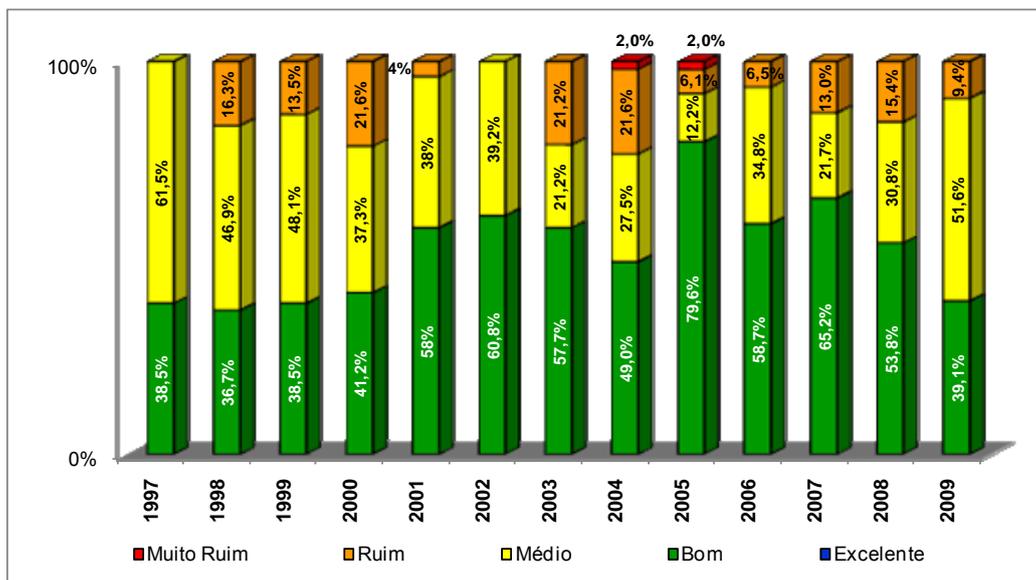
**Figura 8.52:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Paranaíba.

### 8.1.6 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA

Na bacia do rio Jequitinhonha o IQA Bom prevaleceu na maioria dos anos, em especial a partir do ano 2000 (Figura 8.53). As ocorrências de IQA Muito Ruim foram registradas apenas nos anos de 2004 e 2005, ambas com 2% de frequência. Notou-se nos últimos anos uma piora na qualidade dos corpos de água desta bacia. No ano de 2009, houve predomínio de IQA Médio, passando de 30,8% em 2008 para 51,6% de ocorrência. Simultaneamente, verificou-se a diminuição de resultados de IQA Bom, de 53,0% em 2008, para 39,1% em 2009. Vale destacar que em 2009 ocorreu um acréscimo de 60% no número de pontos amostrados, os quais foram operados a partir da 3ª campanha de monitoramento.

Os parâmetros que mais influenciaram os resultados de IQA foram coliformes termotolerantes e de turbidez, seguidos de %OD e DBO. A poluição difusa, aliada aos lançamentos de esgoto doméstico e às atividades pecuárias, foram responsáveis por esses resultados.

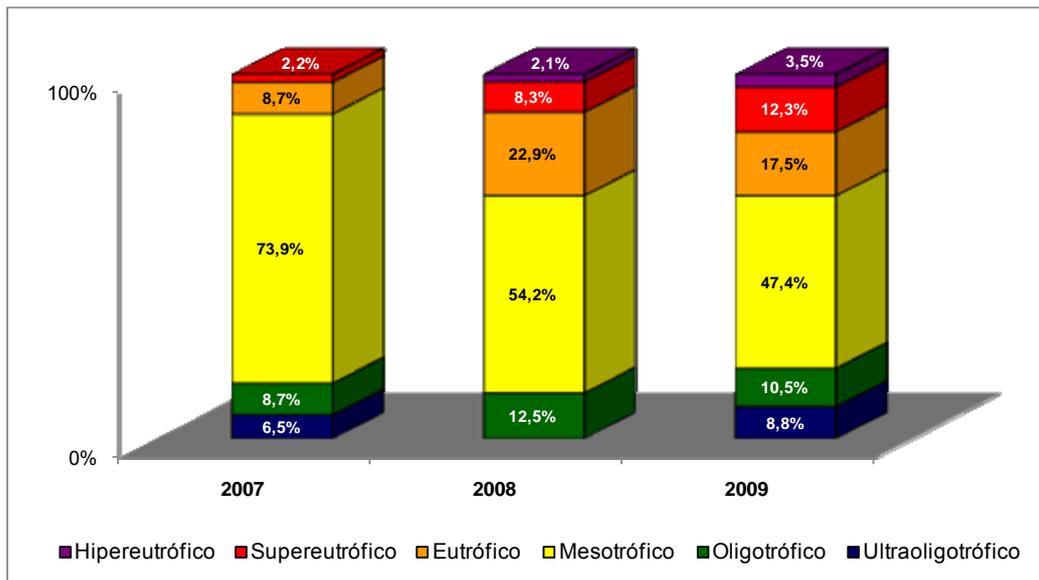
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.53:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Jequitinhonha.

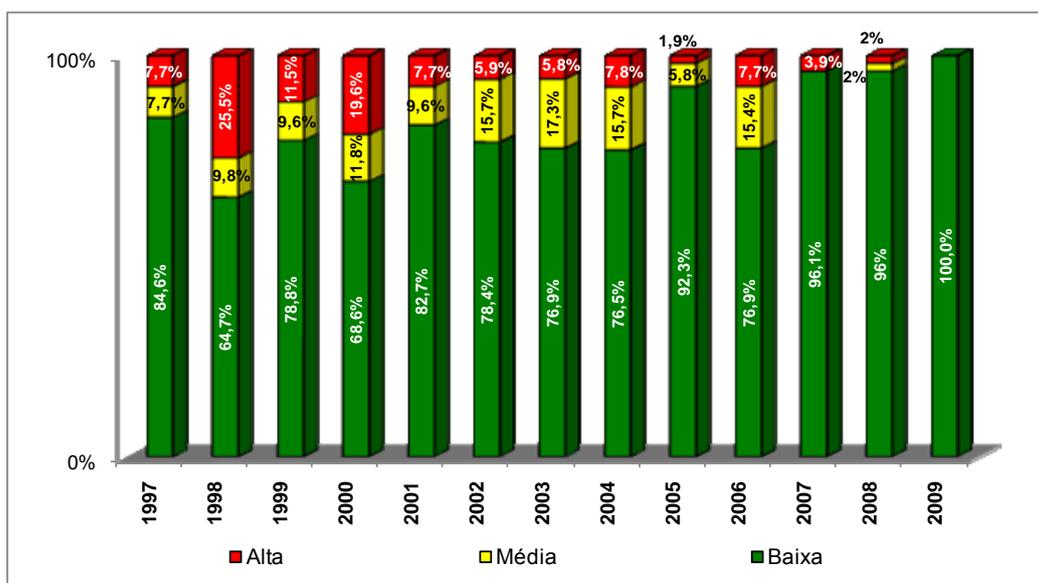
Do período de 2007 a 2009 os níveis mais altos de trofia desta bacia aumentaram. O IET Hipereutrófico, que não havia sido registrado em 2007, apresentou 2,1 e 3,5% de ocorrência em 2008 e 2009, respectivamente. Verificou-se ainda o aumento das ocorrências de IET Eutrófico e Supereutrófico, que passaram de 8,7 e 2,2%, respectivamente, em 2007 para 17,5 e 12,3%, respectivamente, em 2009. Observou-se também a redução da frequência de IET Mesotrófico, de 73,9% em 2007 para 47,4% em 2009. Esses resultados sugerem condições mais favoráveis à eutrofização dos corpos de água dessa bacia. De acordo com os resultados apresentados na Figura 8.54, salienta-se, portanto, a importância do monitoramento do Índice de Estado Trófico na bacia do rio Jequitinhonha.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.54:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Jequitinhonha.

A evolução temporal dos resultados da Contaminação por Tóxico está apresentada na Figura 8.55. Ao longo da série histórica, verificou-se uma melhora da qualidade de água da bacia do rio Jequitinhonha, haja vista a diminuição dos resultados de CT Alta. Em 2009 por sua vez, não houve registro de substâncias tóxicas, sendo a ocorrência de CT Baixa registrada em todas as análises.

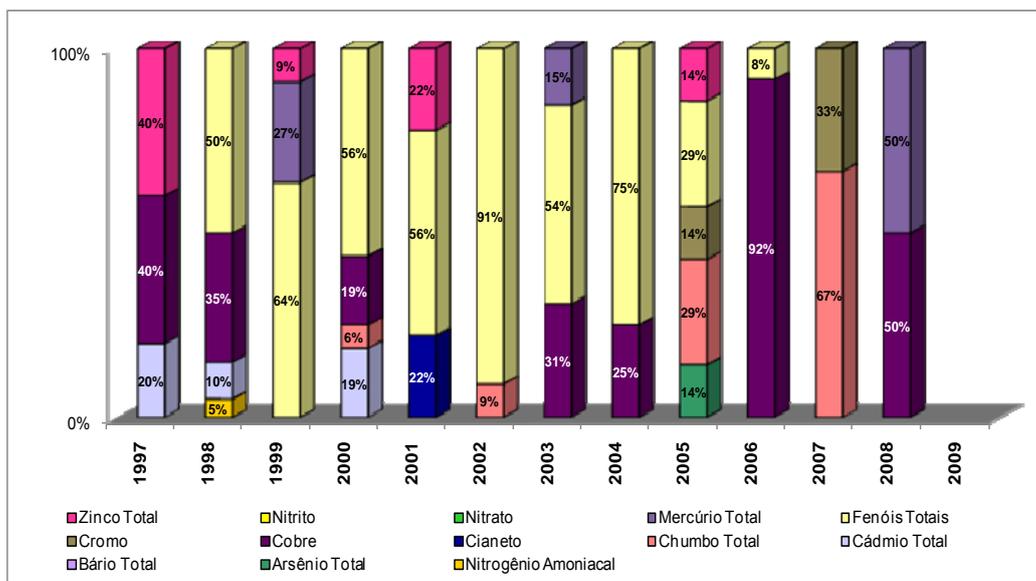


**Figura 8.55:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Jequitinhonha.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Ao longo da série histórica, vários parâmetros foram responsáveis pelos resultados de CT Média e/ou Alta, com destaque para fenóis totais, cobre (total e dissolvido) e chumbo total (Figura 8.56).

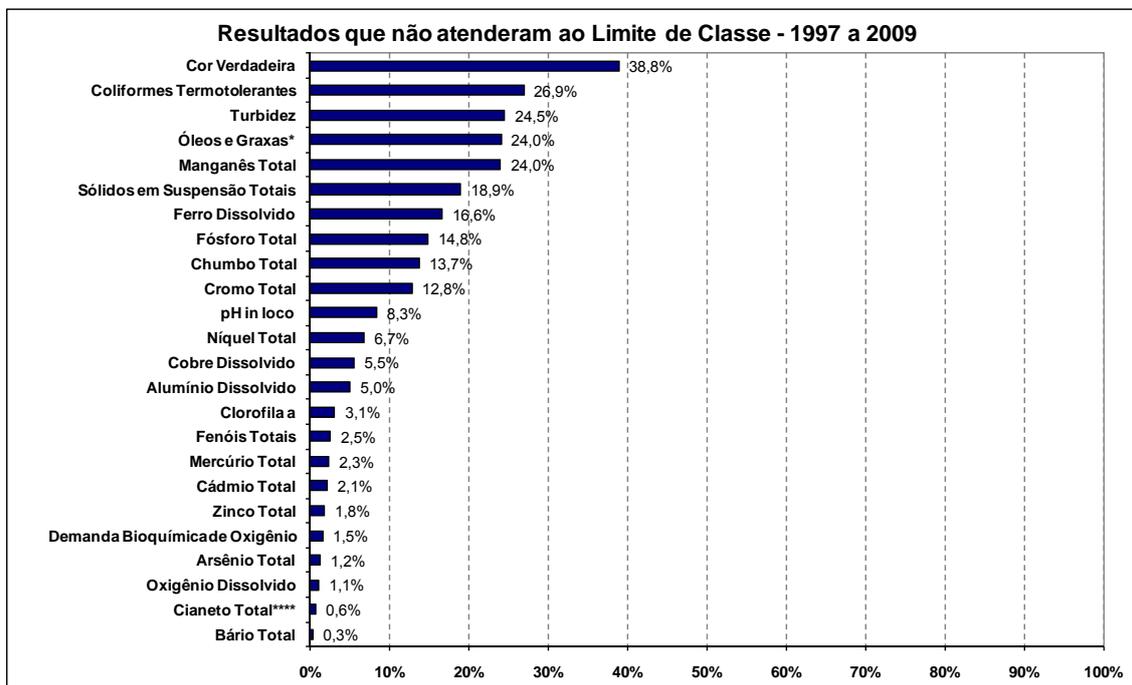
As principais fontes para o aporte de chumbo e cobre para os corpos de água são as atividades agropecuárias e silvicultura em decorrência do uso de fertilizantes e agrotóxicos e as atividades minerárias.



**Figura 8.56:** Freqüência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Jequitinhonha.

Em relação aos percentuais de violação dos parâmetros, os resultados da bacia do rio Jequitinhonha são inferiores àqueles registrados ao longo da série histórica nas outras bacias hidrográficas de Minas Gerais. De acordo com a Figura 8.57, a cor verdadeira, com 38,8%, os coliformes termotolerantes, com 26,9%, a turbidez, com 24,5%, os óleos e graxas e o parâmetro manganês total, ambos com 24,0% de resultados desconformes, se destacam. Ressaltam-se nesta bacia, o aporte de matéria orgânica e nutrientes para os corpos de água, provenientes do lançamento de esgotos sanitários e das atividades agropecuárias da região, assim como a poluição difusa proveniente do uso e manejo inadequado do solo da bacia do rio Jequitinhonha.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

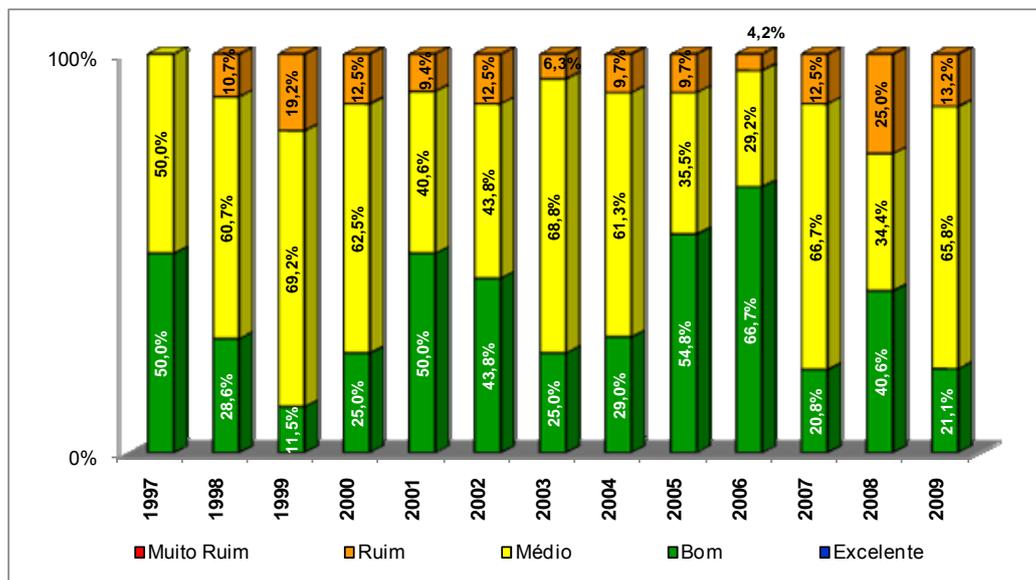


**Figura 8.57:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Jequitinhonha.

### 8.1.7 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI

A Figura 8.58 apresenta o Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Mucuri ao longo da série histórica. De 1997 a 2009, observou-se a alternância das ocorrências de IQA Médio e Bom. Destaca-se a diminuição da frequência de IQA Ruim no período de 2008 a 2009, de 25% para 13,2%. Condição análoga foi observada em relação ao IQA Bom, que apresentou 40,6% de frequência em 2008 e 21,1% em 2009. Por outro lado, a ocorrência de IQA Médio passou de 34,4% em 2008 para 65,8% no ano seguinte. Essas variações não apontam, portanto, uma melhoria na qualidade das águas da bacia do rio Mucuri. Ressalta-se que em 2009 foram implantados 3 novas estações de amostragem nessa bacia.

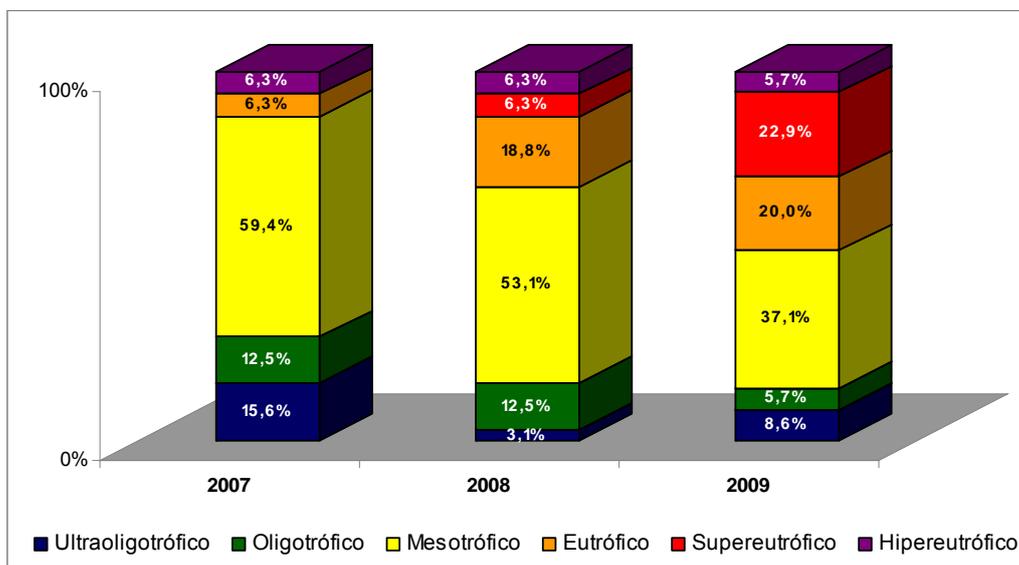
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.58:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Mucuri.

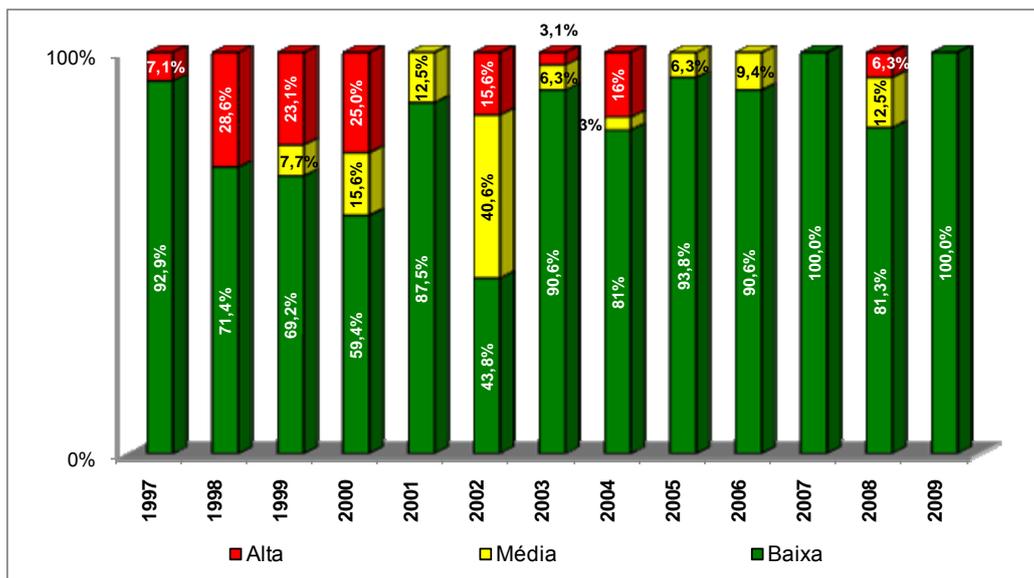
Em relação ao Índice de Estado Trófico, observou-se a preponderância de IET Mesotrófico nos três anos de monitoramento. No entanto, houve uma tendência ao aumento das ocorrências dos níveis mais altos de trofia, quais sejam Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico nesse período. O IET Supereutrófico, que não havia sido registrado em 2007, apresentou 6,3% de freqüência em 2008 e 22,9% em 2009. Ao mesmo tempo, os resultados de IET Eutrófico e Hipereutrófico ocorreram em 6,3% das amostras analisadas em 2007 e em 20,0 e 5,7%, respectivamente, em 2009. Ainda, verificou-se a diminuição das ocorrências do IET Oligotrófico e Ultraoligotrófico, de 12,5 e 15,6% em 2007, para 5,7 e 8,6% de freqüência, respectivamente, em 2009. Esses resultados indicam condições mais favoráveis ao processo de eutrofização nos corpos de água da bacia hidrográfica do rio Mucuri, conforme observado na Figura 8.59.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.59:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Mucuri.

Em relação à ocorrência de substâncias tóxicas ao longo da série histórica na bacia do rio Mucuri, observou-se uma melhora nos níveis de qualidade, embora se verifique em alguns anos a ocorrência de CT Média e Alta. Ressalta-se que os corpos de água dessa bacia em 2009 registraram 100% de ocorrência de CT Baixa. Estes resultados podem ser observados na Figura 8.60.



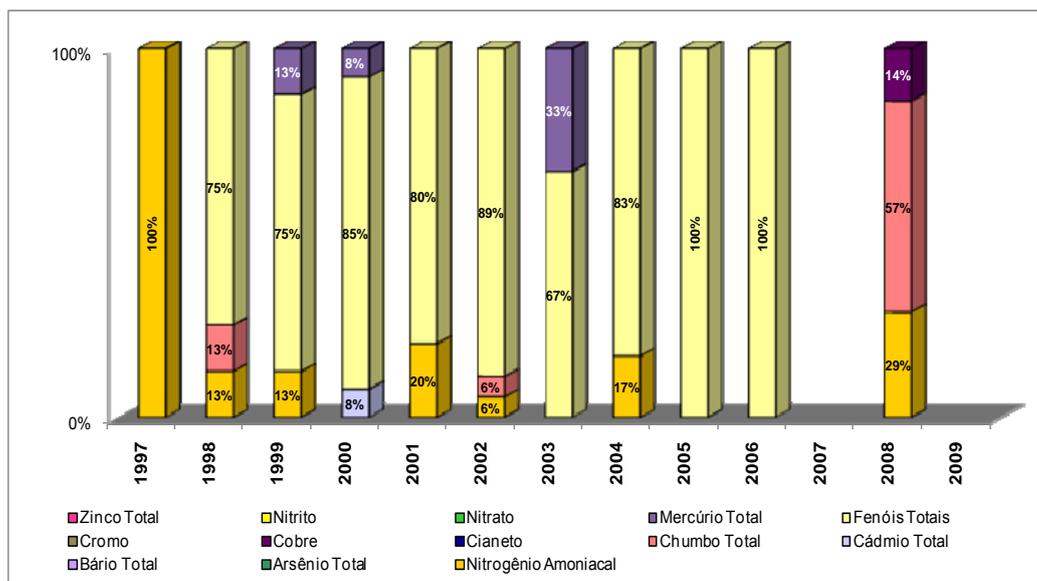
**Figura 8.60:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Mucuri.

Ao longo do período de monitoramento, o parâmetro que influenciou os níveis de qualidade dos corpos de água da bacia do rio Mucuri, em sua maioria, foram fenóis

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

totais e nitrogênio amoniacal total, responsáveis pelos resultados de CT Média e/ou Alta na bacia do rio Mucuri (Figura 8.61). Ressalta-se ainda, que não houve registro de substâncias tóxicas nos corpos de água monitorados nos anos de 2007 e 2009.

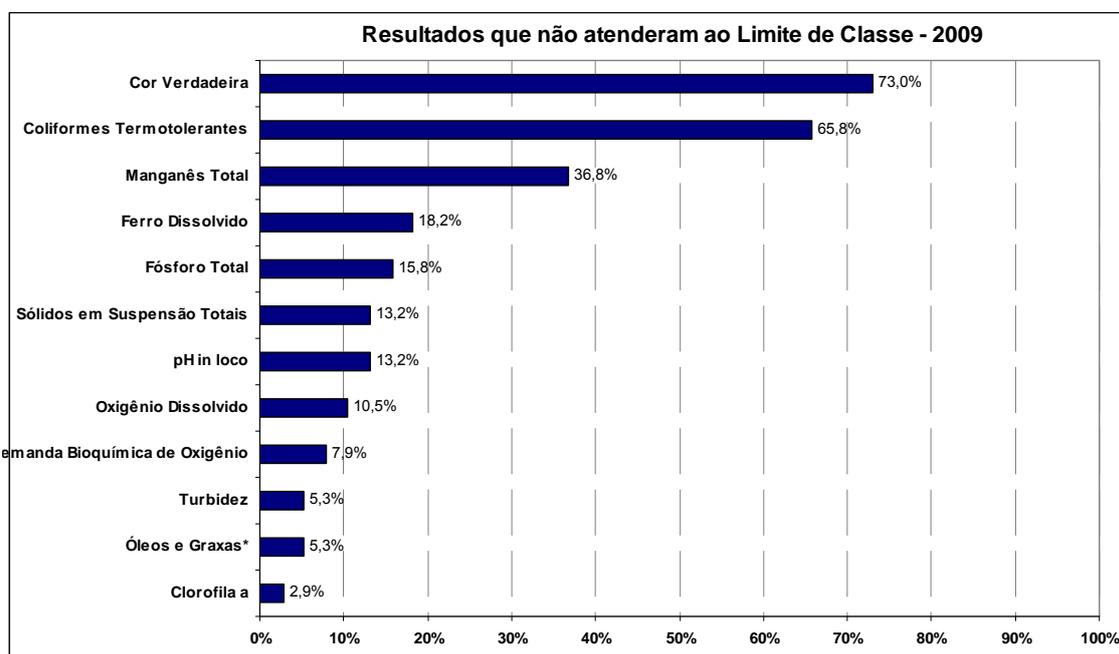
A presença de fenóis totais e nitrogênio amoniacal total estão associadas ao lançamento de efluentes das indústrias alimentícias, matadouros e ao lançamento de efluentes domésticos.



**Figura 8.61:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Mucuri.

Os parâmetros cujos teores não atenderam ao limite de classe na série histórica estão representados na Figura 8.62. São eles: coliformes termotolerantes, 51,3%, cor verdadeira e ferro dissolvido, 34,6% cada um, manganês total, 33,4% e alumínio dissolvido, 22,9%. Dentre os fatores de pressão apresentados como indicativos de poluição, destacam-se o aporte de matéria orgânica dos esgotos domésticos e das atividades pecuaristas, além do uso e manejo inadequado do solo.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.62:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Mucuri.

### 8.1.8 BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS BUNHARÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM, SÃO MATHEUS E ITABAPOANA

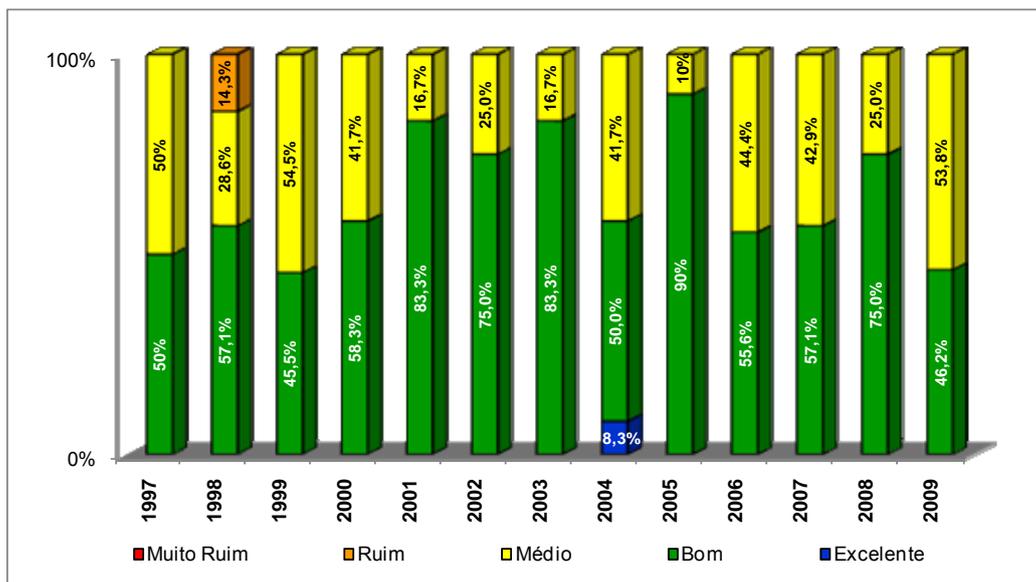
Em 2009, cinco corpos de água foram incluídos na rede de monitoramento de qualidade das águas, quais sejam: rio Bunharém, rio Jucuruçu, rio Itanhém, rio São Matheus e rio Itabapoana. Devido à ausência da série histórica destes corpos de água, a análise comparativa dos dados se dará a partir do próximo relatório. Entretanto, os resultados referentes ao ano de 2009 serão discutidos no Item 9 do Relatório Anual de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais das Bacias dos rios Bunharém, Jucuruçu, Itanhém, São Matheus e Itabapoana.

### 8.1.9 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO

A Figura 8.63 apresenta o Índice de Qualidade das Águas para a bacia hidrográfica do rio Pardo. Observou-se o predomínio absoluto do IQA Bom ao longo da série histórica, com registro de IQA Excelente em 2004, com de 8,3% de frequência. Por outro lado, o único registro de ocorrência de IQA Ruim ocorreu em 1998, em 14,3% das análises. Em 2009 foram implantados dois novos pontos de amostragem nessa bacia, correspondendo a aproximadamente 66% de aumento da rede.

Os parâmetros que mais influenciaram os resultados de IQA foram coliformes termotolerantes e turbidez, os quais são provenientes dos esgotos domésticos não tratados e das atividades minerárias.

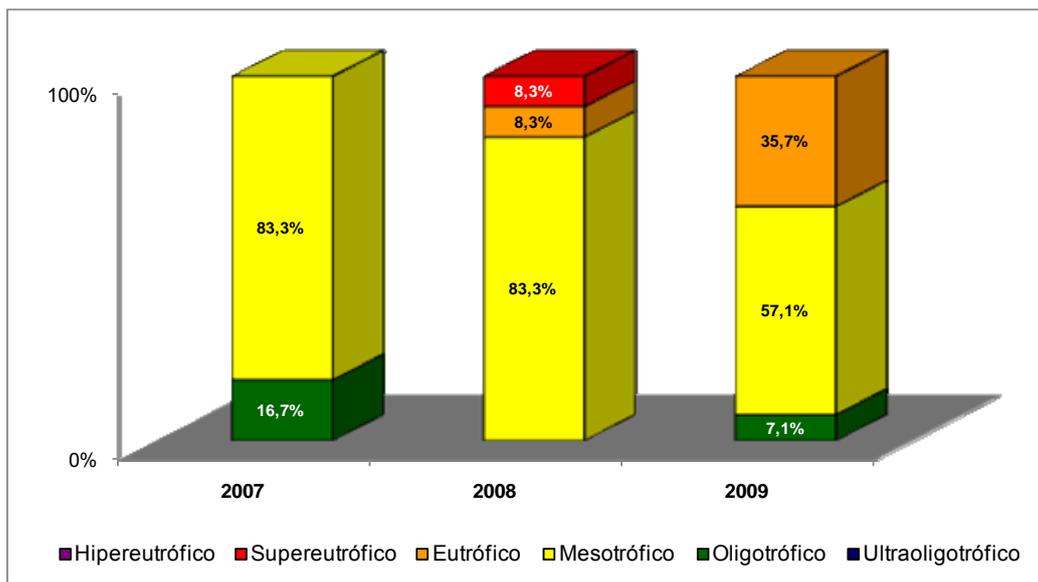
## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.63:** Evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas – IQA na bacia do rio Pardo.

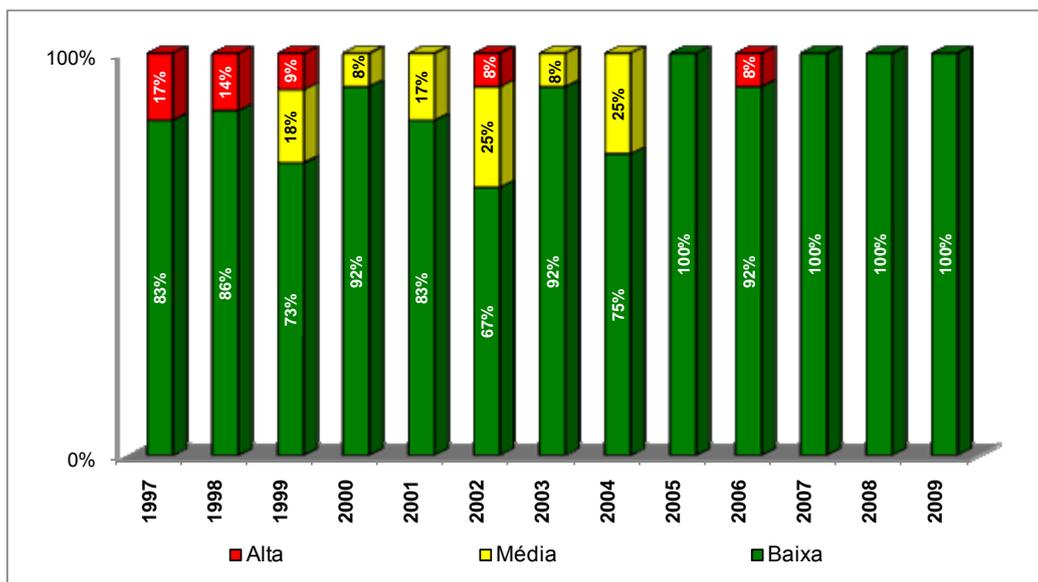
Os resultados do Índice de Estado Trófico dos corpos da bacia do rio Pardo estão representados na Figura 8.64. Observou-se o predomínio absoluto de resultado Mesotrófico, em especial no ano de 2007 e 2008 (83,3%). Ressalta-se, no entanto, que apesar da diminuição da ocorrência de IET Supereutrófico, registrado apenas em 2008 em 8,3% das amostras, houve piora dos níveis de trofia dos corpos de água, haja vista o aumento dos resultados de IET Eutrófico, que passaram de 8,3% em 2008 para 35,7% em 2009, além da redução significativa das ocorrências de IET Mesotrófico, de 83,3% em 2008 para 57,1% em 2009. Esses resultados sugerem condições mais favoráveis ao processo de eutrofização nos corpos de água da bacia hidrográfica do rio Pardo. Ressalta-se ainda, a ampliação da rede de amostragem em 2009.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.64:** Evolução temporal do Índice de Estado Trófico – IET na bacia do rio Pardo.

Em relação à Contaminação por Tóxico na bacia do rio Pardo, notou-se o predomínio absoluto de resultados de CT Baixa ao longo da série histórica. Ressalta-se ainda que não houve registro de CT Média ou Alta nesta bacia desde 2007 (Figura 8.65).



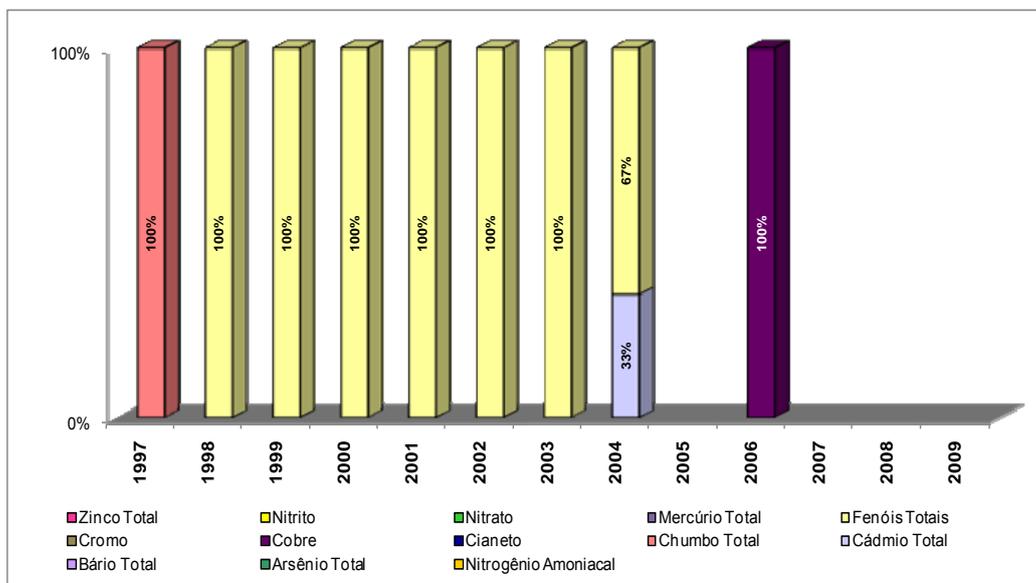
**Figura 8.65:** Evolução temporal da Contaminação por Tóxico – CT na bacia do rio Pardo.

Ao longo da série histórica, apenas os resultados dos parâmetros chumbo total, fenóis totais, cádmio total e cobre dissolvido foram responsáveis pela ocorrência de CT Média e/ou Alta. Vale ressaltar que o limite estabelecido na Deliberação Normativa

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Copam 01/86 para o parâmetro fenóis totais, antes índice de fenóis, era mais restrito, o que justifica o comportamento deste parâmetro até 2005 (Figura 8.66).

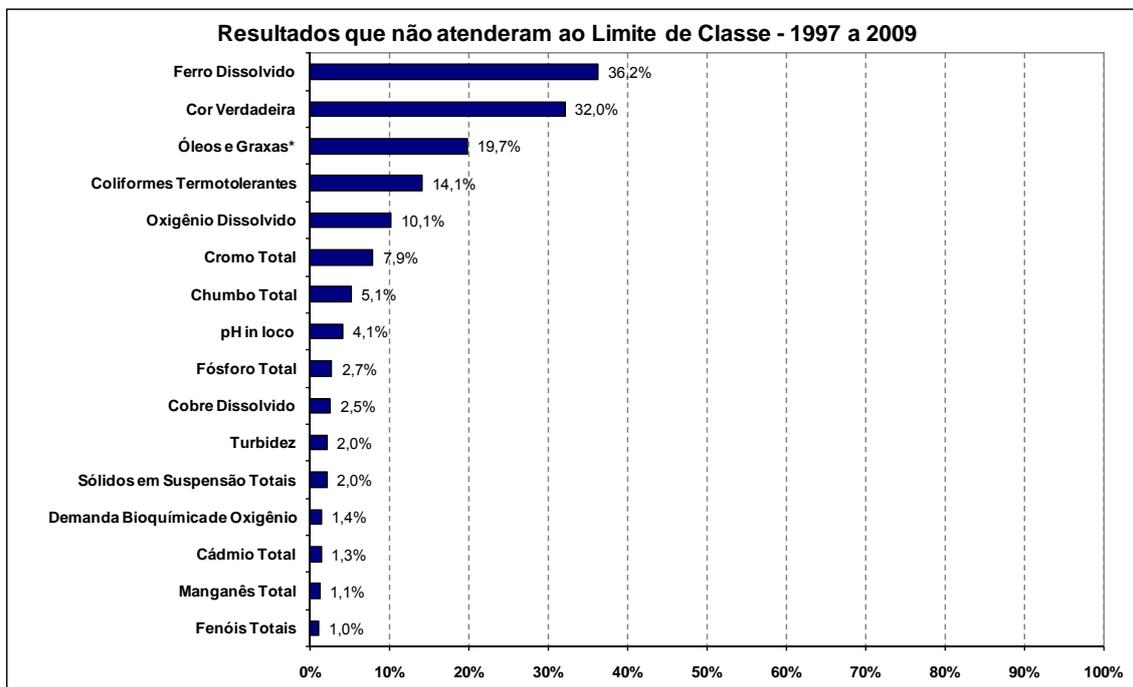
A ocorrência desses parâmetros está associada ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento nos corpos de água e ao uso de agroquímicos.



**Figura 8.66:** Frequência de ocorrência dos parâmetros que influenciaram a CT Média e/ou Alta na bacia do rio Pardo.

Dentre os parâmetros que mais violaram os limites de classe na bacia do rio Pardo se destacam ferro dissolvido, 36,2%, cor verdadeira, 32,0%, óleos e graxas, 19,7%, coliformes termotolerantes, 14,1% e oxigênio dissolvido, 14,1%. As atividades econômicas desenvolvidas na bacia, como o cultivo agrícola e a pecuária têm relação com a matéria orgânica lançada nos corpos de água dessa bacia, além do uso e manejo inadequado do solo (Figura 8.67).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 8.67:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites estabelecidos na legislação ao longo da série histórica na bacia do rio Pardo.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### 9 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS BACIAS DOS RIOS BURANHÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM, SÃO MATEUS E ITABAPOANA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

#### 9.1 BACIA DO RIO BURANHÉM NO ESTADO DE MINAS GERAIS

O rio Buranhém nasce na Pedra do Cachorro, na Serra dos Aimorés, em Santo Antônio de Jacinto (MG). Conhecido também como rio do Peixe ou Porto Seguro percorre 20 km em Minas Gerais e 128 km na Bahia, para completar 148 km de curso até sua foz no Oceano Atlântico, entre Porto Seguro e Arraial D'Ajuda, entre as praias do Cruzeiro e do Apaga-Fogo.

Sua área confronta com as bacias do rio Jequitinhonha, a oeste, os rios João de Tiba e dos Mangues, ao norte, dos rios Jucuruçu, Caraíva e do Frade, ao sul, e com o Oceano Atlântico, ao leste (PDRH Leste).

Os dados gerais da bacia do rio Buranhém estão descritos na Tabela 9.1.

**Tabela 9.1:** Dados gerais da bacia do rio Buranhém no estado de Minas Gerais

Área de Drenagem	324 km <sup>2</sup>	
Sede municipal na bacia	1 município	
População aproximada (IBGE, 2007)	Urbana	6.220 habitantes
	Rural	5.074 habitantes
Outorgas Superficiais Vigentes em 2009	Não houve	
Outorgas Subterrâneas Vigentes em 2009	Não houve	

#### 9.1.1 Uso do Solo

De acordo com o PDRH Leste, as culturas de café, cacau, coco-da-baía e cana-de-açúcar destacam-se, com maiores proporções de ocupação da terra na região. A parcela de área destinada à produção de grãos tem sido baixa e decadente, sendo que, as áreas plantadas com feijão e milho foram as que mais decresceram, dentre todas as culturas.

Dentre as culturas permanentes, o mamão e o coco-da-baía têm apresentado crescimentos significativos em área colhida. Os municípios dos rios Buranhém, Peruípe e, principalmente, Jucuruçu têm aumentado, de forma expressiva, os cultivos de mamão irrigado. Estes dois últimos têm aumentado também a área de cultivo de coco-da-baía. Por outro lado, as culturas permanentes mais tradicionais da região, café e cacau, têm mostrado tendências estáveis, com ligeira redução de suas áreas. As culturas de banana e de laranja também vêm apresentando aumentos de área, porém ainda têm pouca expressão econômica na região (PDRH Leste).

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Dados do IBGE, 2009, apontam para o plantio de arroz, feijão, milho, cana-de-açúcar, mamona, mandioca, café, banana e laranja. A silvicultura e a pecuária também estão presentes em toda a região da bacia.

### 9.1.2 Enquadramento das Águas Superficiais

As águas das bacias do rio Buranhém, ainda não foram enquadradas, sendo, portanto, consideradas Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/08, art. 37.

### 9.2 BACIA DO RIO ITANHÉM NO ESTADO DE MINAS GERAIS

O rio Itanhém, também chamado de Alcobaça, nasce na aldeia dos Machacalis no município de Bertópolis (MG), na divisa entre Minas Gerais e Bahia, e corre de oeste para leste até a foz em Alcobaça (BA), onde deságua no Oceano Atlântico. Seu principal afluente é o rio Itanhetinga, que fica na margem esquerda.

A bacia do rio Itanhém abrange uma área que era primitivamente habitada pelos índios Machacalis, sendo povoada por volta de 1918 por mineiros que desenvolveram a pecuária no entorno do rio Itanhém. Com a descoberta de pedras preciosas, o processo foi acelerado. Hoje, o rio é importante meio de escoamento da produção agrícola, além de ponto de apoio para pescaria em alto-mar. No rio, em meio a manguezais, existem espécies como piau, robalo, traíra, além do camarão de água doce. Além disso, o reflorestamento para indústrias de celulose e as atividades pecuária são importantes para a economia local.

A bacia do rio Itanhém se localiza nas regiões Sudeste e Nordeste, nos estados de Minas Gerais e na Bahia, sendo limitada pelas bacias dos rios Jequitinhonha e Jucuruçu, ao norte, Mucuri e Peruípe, a oeste e ao sul, e pelo Oceano Atlântico, a leste.

Os dados gerais da bacia do rio Itanhém estão descritos na Tabela 9.2.

**Tabela 9.2:** Dados gerais da bacia do rio Itanhém no estado de Minas Gerais

Área de Drenagem		1.511 km <sup>2</sup>
Sede municipal na bacia		4 municípios
População aproximada (IBGE, 2007)	Urbana	13.131 habitantes
	Rural	6.980 habitantes
Outorgas Superficiais Vigentes em 2009		0,017 m <sup>3</sup> /s
Outorgas Subterrâneas Vigentes em 2009		0,014 m <sup>3</sup> /s

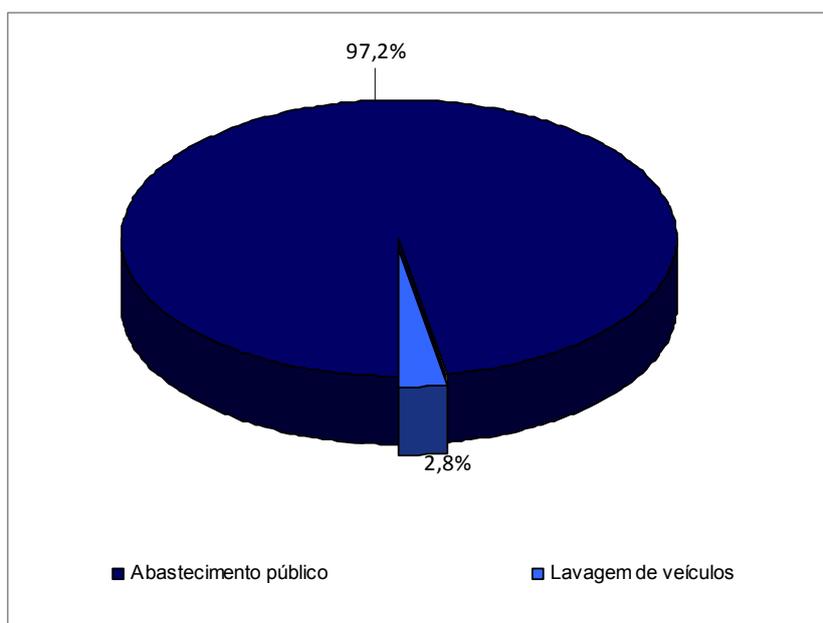
### 9.2.1 Uso do Solo

Dados do IBGE, 2009, apontam para o plantio de feijão, cana-de-açúcar, mandioca e banana. A silvicultura, produção de carvão vegetal, a pecuária e o laticínio também estão presentes em toda a bacia.

### 9.2.2 Usos da Água

Analisando a totalidade das outorgas de água vigentes até 2009 e utilizando como critério as vazões outorgadas pelo IGAM na bacia do rio Itanhém, observou-se que 100% das outorgas de água superficial concedidas se destinam ao abastecimento público.

Semelhantemente, para as águas subterrâneas, há o predomínio do abastecimento público (97,2%) e, em proporção bem menor, lavagem de veículo (2,8%), conforme observado na Figura 9.1.



**Figura 9.1:** Porcentagem de água subterrânea utilizada nas bacias do rio Itanhém em função da vazão em 2009.

### 9.2.3 Enquadramento das Águas Superficiais

As águas das bacias do rio Itanhém ainda não foram enquadradas, sendo, portanto, consideradas Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/08, art. 37.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### 9.3 BACIA DO RIO JUCURUÇU NO ESTADO DE MINAS GERAIS

O rio Jucuruçu nasce no município de Felisburgo (MG), e verte para o leste cerca de 300 km até sua foz próxima à sede municipal de Prado (BA), onde desemboca no Oceano Atlântico. Seus principais afluentes são seus rios formadores rio do Norte e rio do Sul, que se unem na altura da Fazenda Duas Barras, a 24 km da sua foz.

A bacia do Jucuruçu se localiza nas regiões Sudeste e Nordeste, nos estados de Minas Gerais e da Bahia, sendo limitada pelas bacias do rio Jequitinhonha, a oeste, do rio Itanhém, ao sul, dos rios Caraíva e Buranhém, ao norte, e pelo Oceano Atlântico, ao leste. Drena sete municípios nos estados de Minas Gerais e Bahia, sendo três mineiros (Palmópolis, Felisburgo e Rio do Prado) e quatro baianos (Vereda, Jucuruçu, Itamaraju e Prado), com uma população residente de cerca de 131 mil habitantes distribuída em quase 7.817 km<sup>2</sup>.

Os dados gerais da bacia do rio Jucuruçu estão descritos na Tabela 9.3.

**Tabela 9.3:** Dados gerais da bacia do rio Jucuruçu no estado de Minas Gerais

Área de Drenagem		715 km <sup>2</sup>
Sede municipal na bacia		2 municípios
População aproximada (IBGE, 2007)	Urbana	4.438 habitantes
	Rural	2.603 habitantes
Outorgas Superficiais Vigentes em 2009		Não houve
Outorgas Subterrâneas Vigentes em 2009		Não houve

#### 9.3.1 Uso do solo

Dados do IBGE, 2009, apontam para o plantio de arroz, feijão, milho, cana-de-açúcar, mamona, mandioca, café, banana e cacau. A silvicultura e a pecuária também estão presentes em toda a região da bacia.

#### 9.3.2 Enquadramento das Águas Superficiais

As águas das bacias dos rios Jucuruçu ainda não foram enquadradas, sendo, portanto, consideradas Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/08, art. 37.

### 9.4 BACIA DO RIO SÃO MATEUS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

O rio São Mateus é formado pela confluência dos rios Cotaxé ou rio do Norte, com 244 km de extensão e nascente localizada em Ouro Verde (MG), e São Mateus, também conhecido como Cricaré ou Braço Sul, tendo sua nascente em Itambacuri (MG). Dos 188 km de extensão, 104 km são em território capixaba. O rio deságua no Oceano

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Atlântico em Conceição da Barra (ES). Seus principais afluentes são os rios Itambacuri, Mantena e Ecoporanga e os córregos São Miguel e Novo Horizonte. A bacia do São Mateus drena uma área de 13.500 km<sup>2</sup> nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, abrangendo uma população superior a 432 mil habitantes. Em Minas, são 5.641 km<sup>2</sup> em 13 cidades, com um total de quase 102 mil pessoas. Com um clima considerado semi-úmido, com um período seco entre quatro e cinco meses por ano.

Os dados gerais da bacia do rio São Mateus estão descritos na Tabela 9.4.

**Tabela 9.4:** Dados gerais da bacia do rio São Mateus no estado de Minas Gerais

Área de Drenagem		5.641 km <sup>2</sup>
Sede municipal na bacia		13 municípios
População aproximada (IBGE, 2007)	Urbana	63.803 habitantes
	Rural	38.111 habitantes
Outorgas Superficiais Vigentes em 2009		0,050 m <sup>3</sup> /s
Outorgas Subterrâneas Vigentes em 2009		0,030 m <sup>3</sup> /s

### 9.4.1 Uso do solo

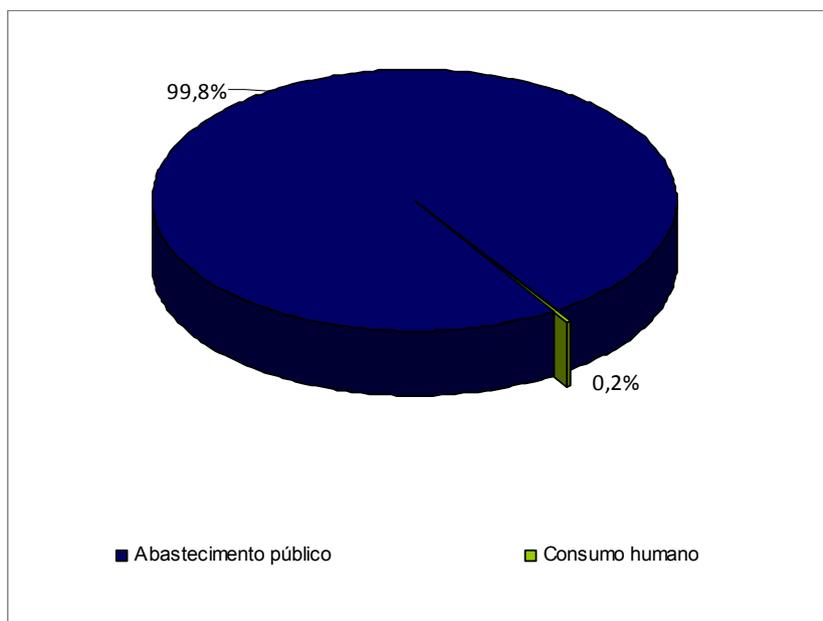
A silvicultura é um dos segmentos que mais tem se expandido na região, provavelmente estimulada pela indústria de celulose implantada no município de Aracruz, no Espírito Santo. Os municípios de São Mateus e de Conceição da Barra, por onde passa o rio São Mateus, além dos municípios de Alcobaça e Caravelas, pelos quais cruzam os rios Alcobaça e Peruípe, respectivamente, são os que mais têm ampliado o volume de negócios com silvicultura. Na região como um todo, a renda dessa atividade praticamente dobrou ao longo do período. (PDRH – LESTE)

Dados do IBGE, 2009, apontam para o plantio de arroz, feijão, milho, cana-de-açúcar, mandioca, café, coco-da-baía, banana e laranja. A silvicultura, a pecuária, a produção de carvão vegetal e o laticínio também estão presentes em toda a região da bacia.

### 9.4.2 Usos da Água

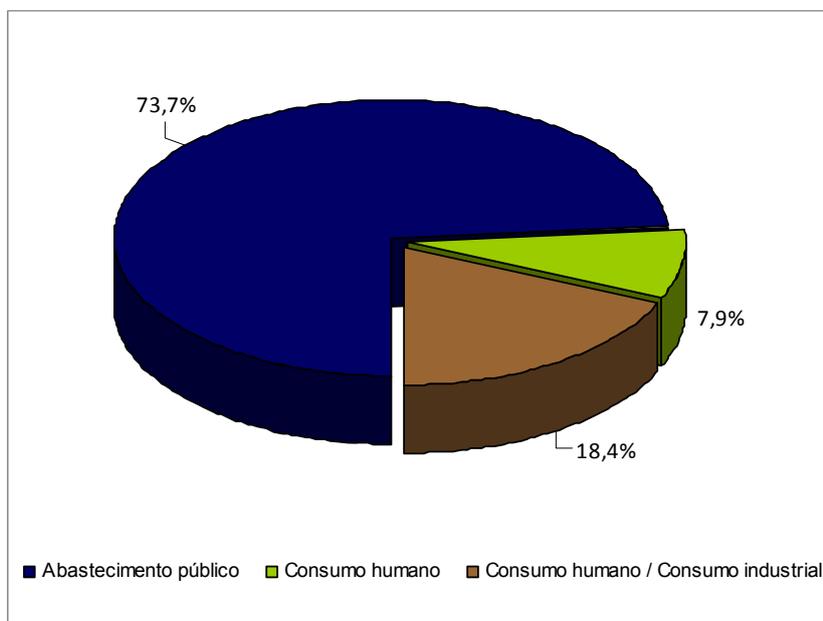
Analisando a totalidade das outorgas de água vigentes até 2009 e utilizando como critério as vazões outorgadas pelo IGAM na bacia do rio São Mateus, observa-se que 99,8% das outorgas de águas superficiais se destinam ao abastecimento público e apenas 0,2% ao consumo humano, conforme Figura 9.2.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 9.2:** Porcentagem de água superficial utilizada na bacia do rio São Mateus, em função da vazão no ano de 2009.

Em relação às vazões outorgadas para águas subterrâneas na bacia do rio São Mateus, prevalecem aquelas cujo objetivo é abastecimento público (73,7%), consumo humano/consumo industrial (18,4%) e consumo humano (7,9%), como pode ser observado na Figura 9.3.



**Figura 9.3:** Porcentagem de água subterrânea utilizada na bacia do rio São Mateus, em função da vazão em 2009.

### 9.4.3 Enquadramento das Águas Superficiais

As águas das bacias do rio São Mateus ainda não foram enquadradas, sendo, portanto, consideradas Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/08, art. 37.

### 9.5 BACIA DO RIO ITABAPOANA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

O rio Itabapoana nasce na Serra do Caparaó, no município de Alto Caparaó (MG), próximo ao Pico da Bandeira, na Zona da Mata mineira, onde é denominado rio Caparaó em quatro municípios, e percorre cerca de 250 km até desaguar no Oceano Atlântico, entre Presidente Kennedy (ES) e São Francisco de Itabapoana (RJ). Do encontro com o afluente ribeirão das Onças até a sua foz, o rio marca a divisa entre os estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro por 40 km. Seus principais afluentes são: rio São João, pela margem direita, e rio Preto, pela margem esquerda.

A mesorregião da bacia do Itabapoana, dividida em 3 microrregiões (Alto, Médio e Baixo) está na região Sudeste, em Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, sendo limitada pelas bacias do rio Paraíba do Sul, ao sul, do rio Doce, a oeste, do rio Itapemirim, ao norte, e pelo Oceano Atlântico, ao leste.

Drena uma área de 4.875 km<sup>2</sup> nos três estados, abrangendo 18 municípios cuja população residente total é de quase 652 mil habitantes (Censo do IBGE de 2000), com uma densidade demográfica três vezes maior que a brasileira, em torno de 19 hab./ km<sup>2</sup>.

Os dados gerais da bacia do rio Itabapoana estão descritos na Tabela 9.5.

**Tabela 9.5:** Dados gerais da bacia do rio Itabapoana no estado de Minas Gerais

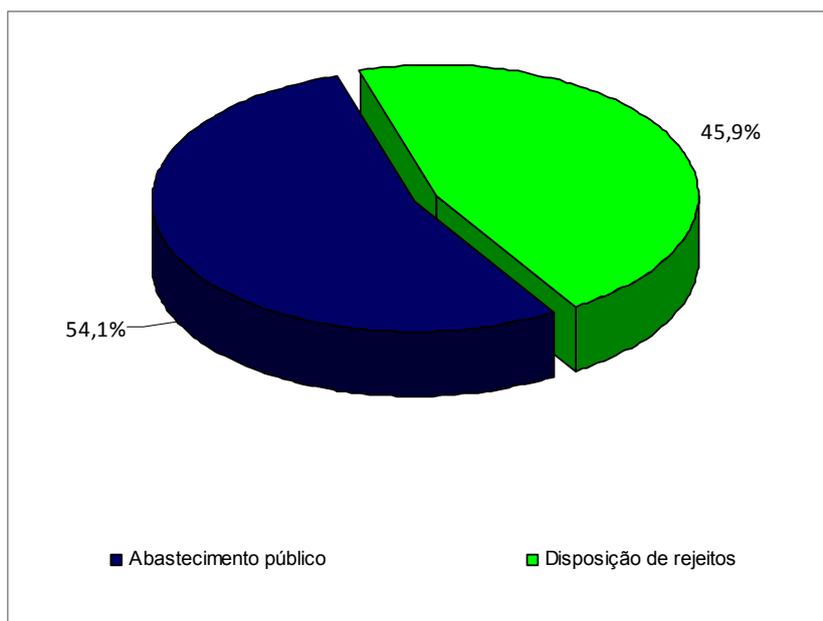
Área de Drenagem		666 km <sup>2</sup>
Sede municipal na bacia		4 municípios
População aproximada (IBGE, 2007)	Urbana	19.984 habitantes
	Rural	15.389 habitantes
Outorgas Superficiais Vigentes em 2009		0,019 m <sup>3</sup> /s
Outorgas Subterrâneas Vigentes em 2009		Não houve

#### 9.5.1 Uso do Solo

A base econômica da região é representada pelos serviços urbanos e pelas atividades do setor primário (ainda utilizando técnicas tradicionais), como a pecuária leiteira, a cafeicultura, o plantio de cana-de-açúcar e a fruticultura tropical. O rio Itabapoana possui cinco hidrelétricas, várias quedas de água, cachoeiras e planícies em seu percurso. Apesar da cobertura florestal escassa, a bacia está inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

### 9.5.2 Usos da Água

Analisando a totalidade das outorgas de água vigentes até 2009 e utilizando como critério as vazões outorgadas pelo IGAM na bacia do rio Itabapoana, observa-se que 54,1% das outorgas de águas superficiais se destinam ao abastecimento público e 45,9% à disposição de rejeitos, conforme Figura 9.4.



**Figura 9.4:** Porcentagem de água superficial utilizada na bacia do rio Itabapoana, em função da vazão no ano de 2009.

Em relação à água subterrânea, não há registro de outorgas vigentes nesse período.

### 9.5.3 Enquadramento das Águas Superficiais

As águas das bacias do rio Itabapoana ainda não foram enquadradas, sendo, portanto, consideradas Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/08, art. 37.

### 9.6 Distribuição das Estações de Amostragem das Bacias dos Rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana no Estado de Minas Gerais

A Tabela 9.6 apresenta as descrições das estações de amostragem monitoradas nas bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana no estado de Minas Gerais em ordem numérica crescente.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

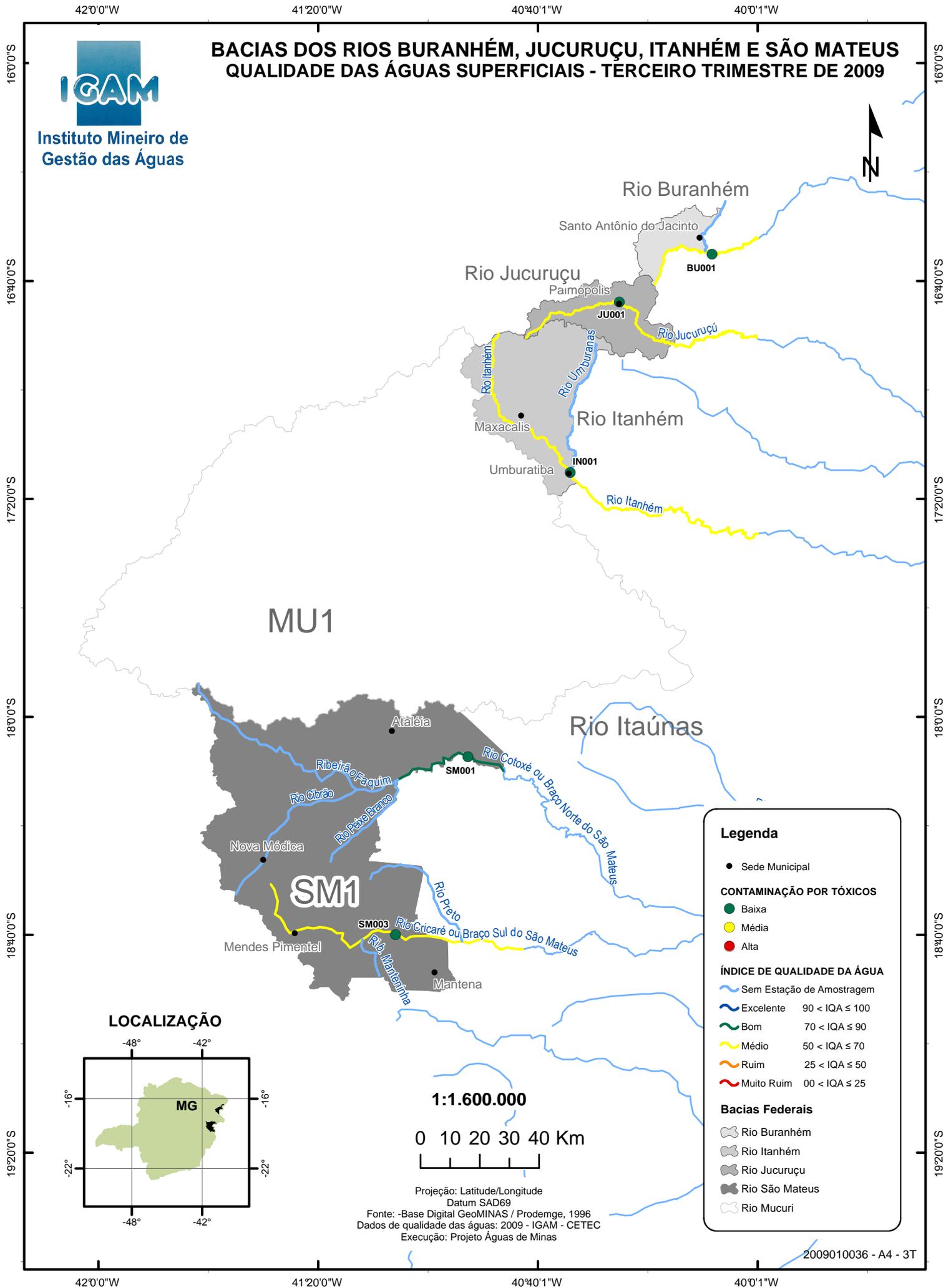
**Tabela 9.6:** Descrição das estações de amostragem das bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana no estado de Minas Gerais

Bacias	Estação	Data de Estabelecimento	Descrição	Latitude			Longitude			Altitude (m)
				°	'	"	°	'	"	
Rio Buranhém	BU001	12/2/2009	Rio Buranhém a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto	16°	35'	06,00"	40°	08'	19,00"	252
Rio Jucuruçu	JU001	12/2/2009	Rio Jucuruçu (Braço Norte) na cidade de Palmópolis	-16°	43'	54,10"	-40°	25'	10,10"	573
Rio Itanhém	IN001	12/2/2009	Rio Itanhém na cidade de Umburatiba	17°	15'	09,00"	40°	34'	09,00"	203
Rio São Mateus	SM001	16/2/2009	Rio Cotoxé ou rio São Mateus (Braço Norte) entre os municípios de Ataléia (MG) e Ecoporanga (ES)	-18°	07'	19,90"	-40°	52'	46,10"	163
	SM003	17/2/2009	Rio Cricaré ou rio São Mateus (braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha	18°	39'	59,00"	41°	05'	55,00"	186
Rio Itabapoana	IB001	19/2/2009	Rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó	-20°	26'	54,70"	-41°	52'	25,40"	912
	IB003	18/2/2009	Rio São João na cidade de Caiana	-20°	41'	39,60"	-41°	55'	15,40"	753

Projeção geográfica: Datum horizontal - SAD69; Datum vertical - Marégrafo de Imbituba-SC.

### 9.6.1 Qualidade das Águas Superficiais

Os Mapas 9.1 a 9.4 apresentam a distribuição espacial das estações de amostragem monitoradas nas bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana, a Contaminação por Tóxicos – CT e o Índice de Qualidade das Águas - IQA para o terceiro e quarto trimestres de 2009.



Mapa 9.1: Qualidade das águas superficiais das bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus no terceiro trimestre de 2009.

42°0'0"W

41°20'0"W

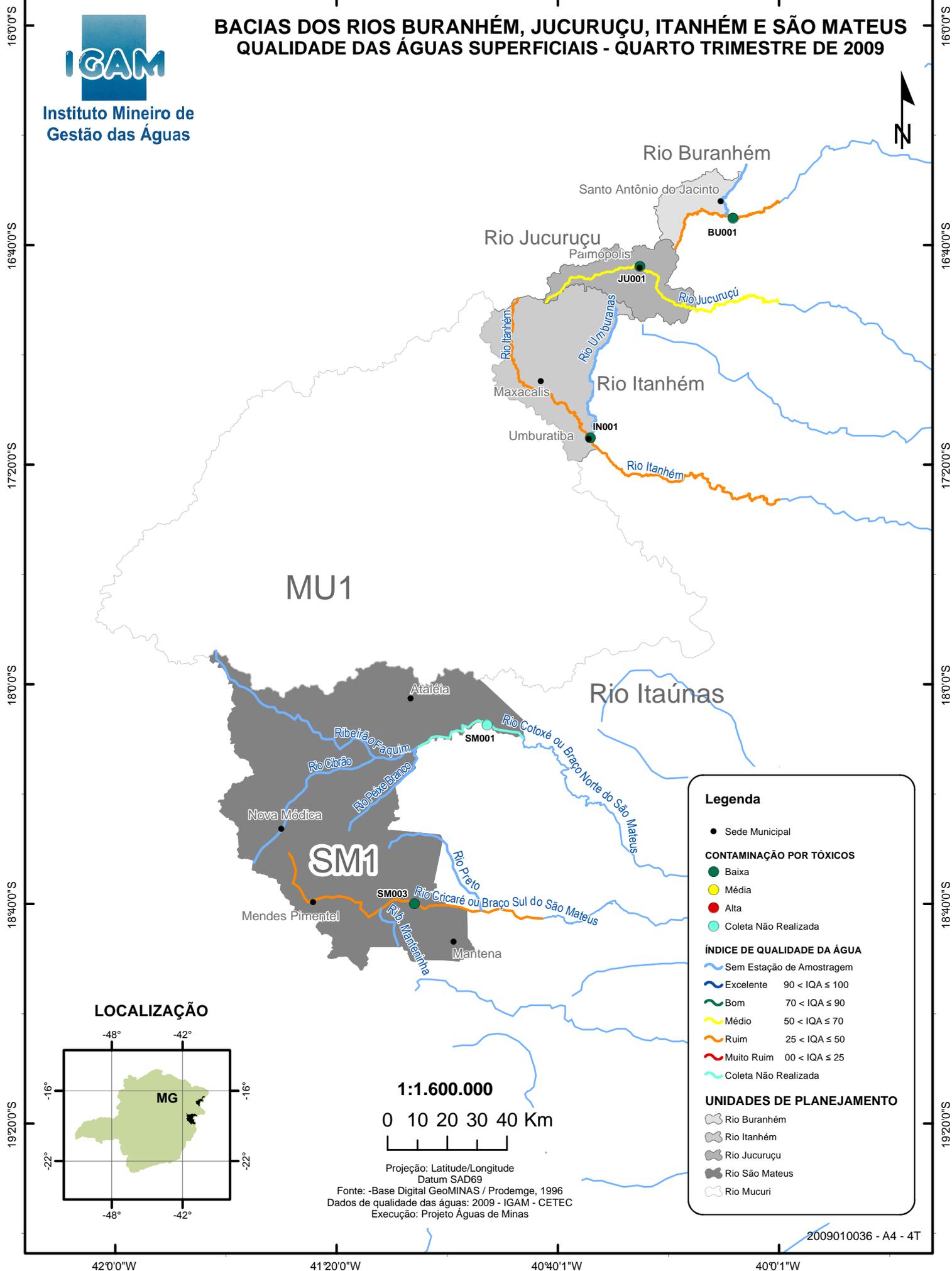
40°40'1"W

40°0'1"W

# BACIAS DOS RIOS BURANHÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM E SÃO MATEUS QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS - QUARTO TRIMESTRE DE 2009



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas



Mapa 9.2: Qualidade das águas superficiais das bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus no quarto trimestre de 2009.

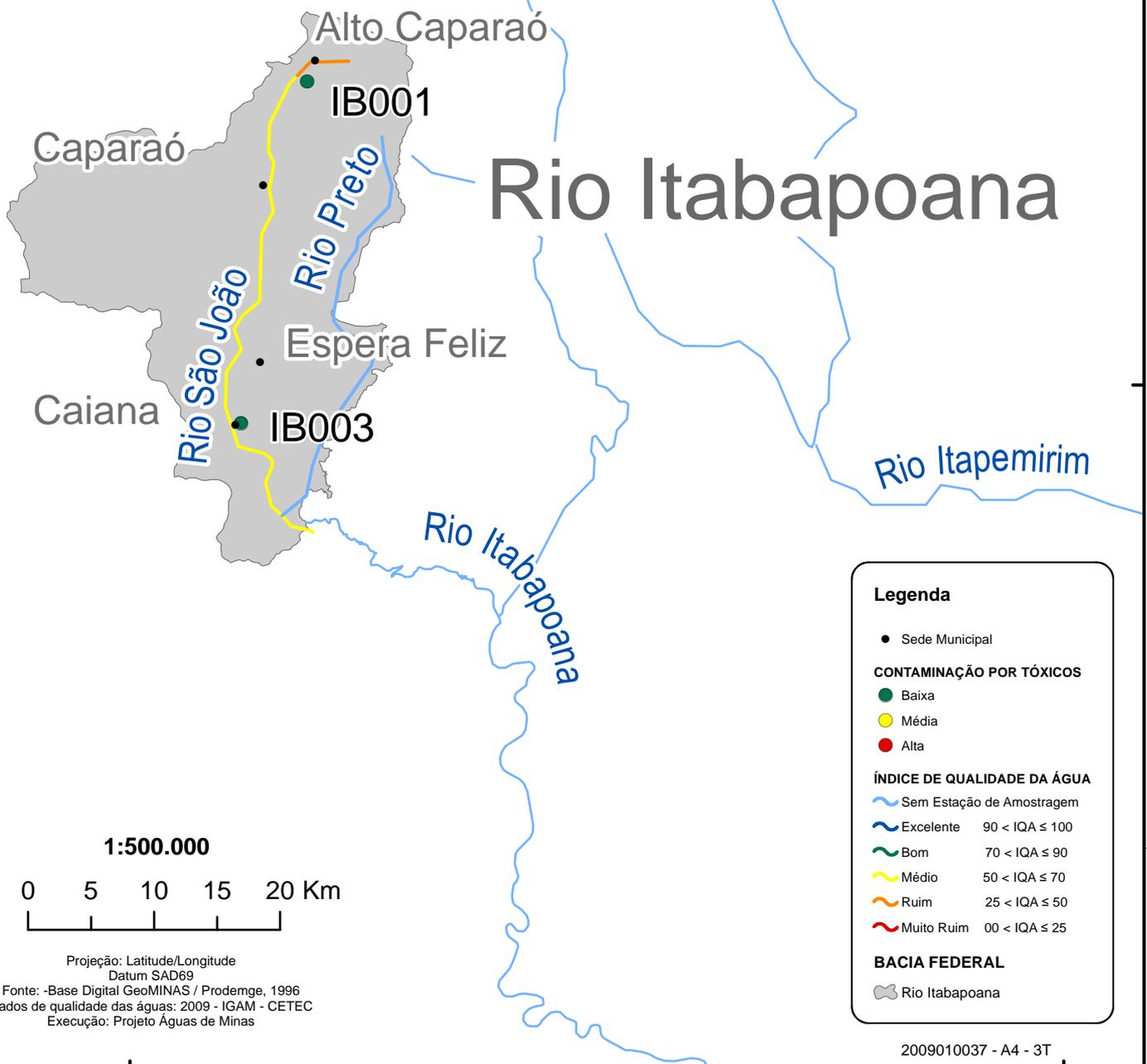
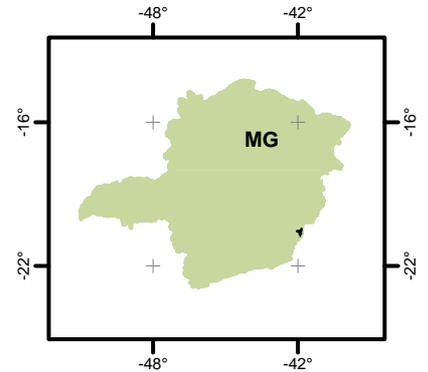


Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO ITABAPOANA

### QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS - TERCEIRO TRIMESTRE DE 2009

#### LOCALIZAÇÃO



1:500.000

0 5 10 15 20 Km

Projeção: Latitude/Longitude  
Datum SAD69

Fonte: -Base Digital GeoMINAS / Prodemge, 1996  
Dados de qualidade das águas: 2009 - IGAM - CETEC  
Execução: Projeto Águas de Minas

2009010037 - A4 - 3T



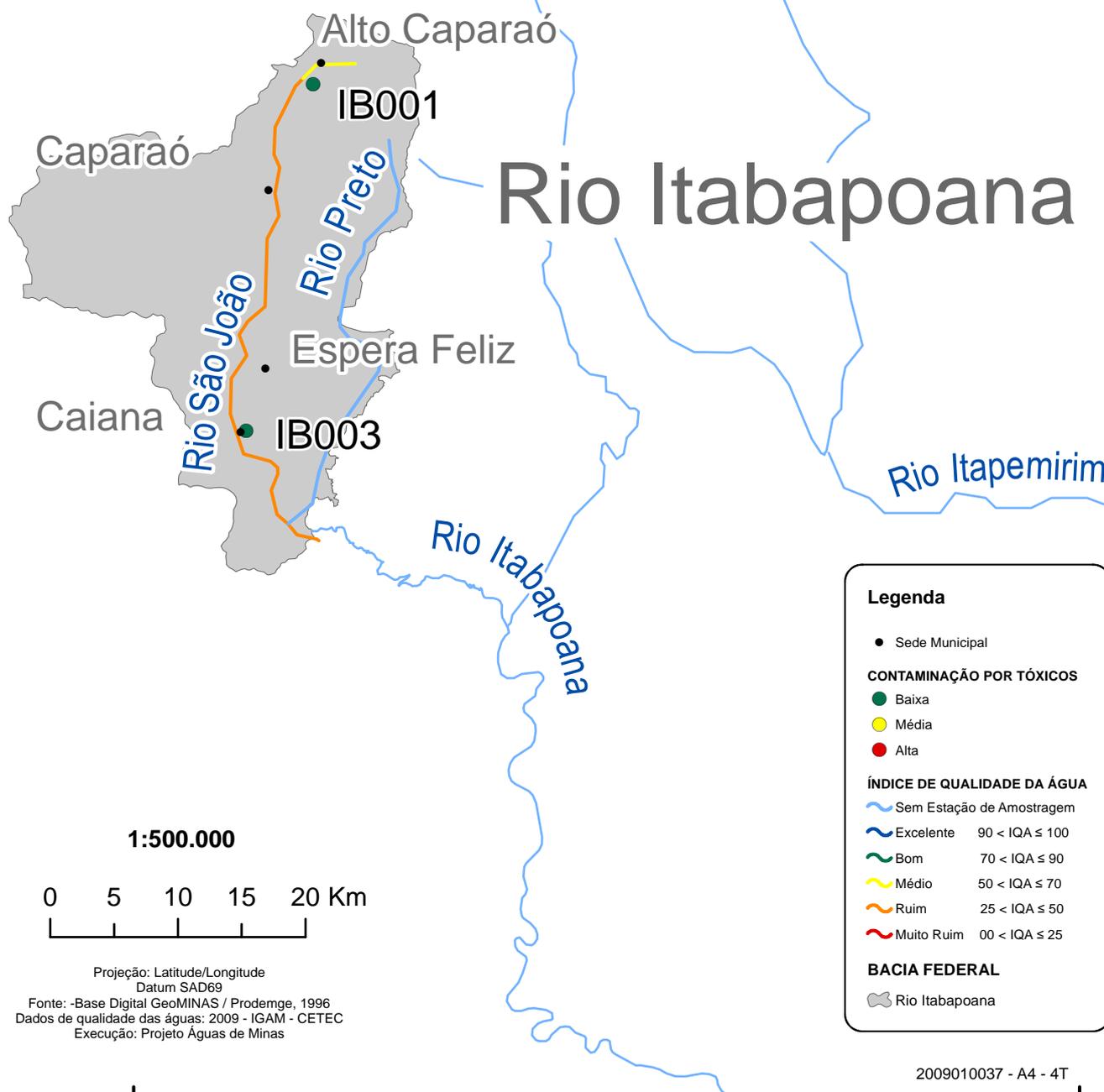
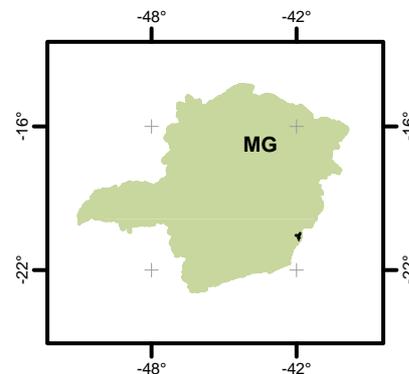
Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO ITABAPOANA

### QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS - QUARTO TRIMESTRE DE 2009



#### LOCALIZAÇÃO



### 10 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2009

A seguir serão discutidos os resultados relativos à bacia dos rios Buranhém, Itanhém, Jucuruçu, São Mateus e Itabapoana no ano de 2009.

#### 10.1 Bacia do rio Buranhém

##### 10.1.1 Rio Buranhém

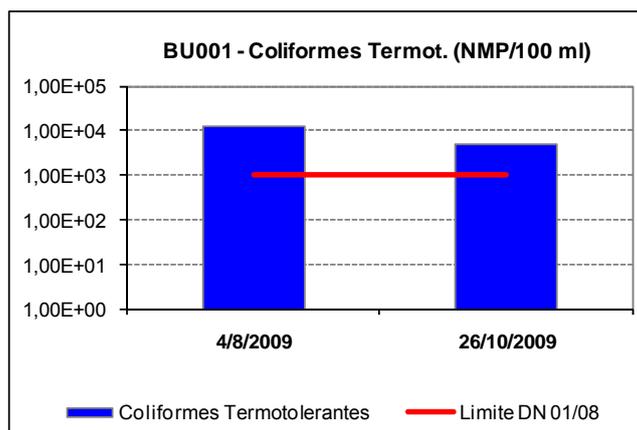
**Bacia: BU1**

**Estações de Amostragem: BU001**

O rio Buranhém nasce no município de Santo Antônio do Jacinto, Minas Gerais, abrange cerca de 2.536 km<sup>2</sup> até desaguar no Oceano Atlântico em Porto Seguro (BA), passando pelos municípios de Guaratinga e Eunápolis (BA). O ponto de monitoramento localiza-se a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto (BU001).

A média anual do IQA no rio Buranhém, não pode ser calculada em 2009 já que o monitoramento começou no terceiro trimestre. Na terceira campanha de deste ano, obteve-se IQA Médio (60,1) e na quarta campanha IQA Ruim (49,5). Os parâmetros que mais influenciaram no resultado do IQA foram coliformes termotolerantes e turbidez.

As contagens de coliformes termotolerantes ultrapassaram o limite legal na terceira e quarta campanhas de monitoramento (Figura 10.1). Este resultado indica lançamento no rio de esgoto sanitário sem tratamento proveniente, principalmente, da cidade de Santo Antônio do Jacinto.

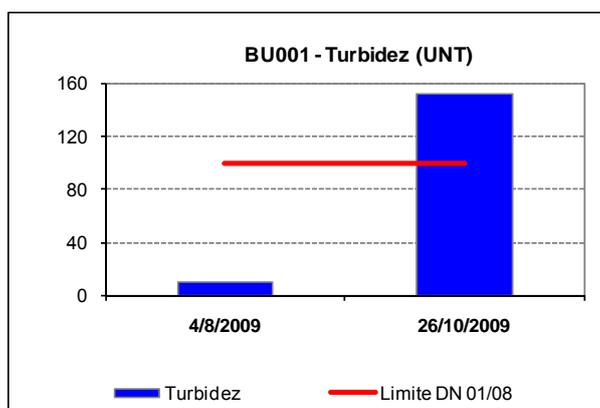


**Figura 10.1:** Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio Buranhém a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto (BU001) no ano de 2009.

A turbidez apresentou valor desconforme com a legislação vigente na quarta campanha de 2009 no rio Buranhém a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

(BU001), conforme Figura 10.2. Esta ocorrência está associada ao carreamento de sólidos para o corpo de água no período chuvoso.



**Figura 10.2:** Ocorrência de turbidez na estação monitorada no rio Buranhém a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto (BU001) no ano de 2009.

A Contaminação por Tóxicos - CT foi considerada Baixa no rio Buranhém, já que nenhum parâmetro tóxico ultrapassou o limite legal no ano de 2009.

### 10.2 Bacia do rio Itanhém

#### 10.2.1 Rio Itanhém

**Bacia: IN1**

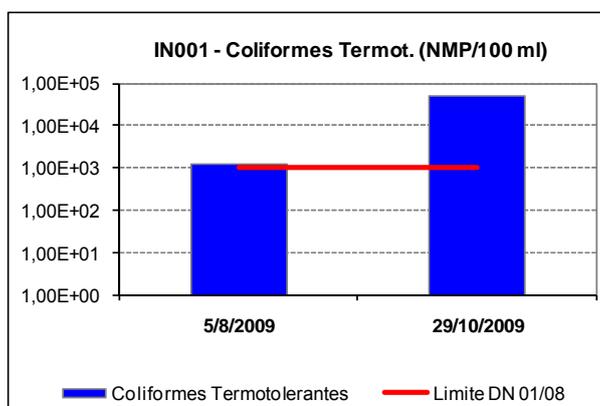
**Estações de Amostragem: IN001**

O rio Itanhém nasce no município de Fronteria dos Vales (MG), abrange cerca de 6.346 km<sup>2</sup> passando por Águas Formosas, Machacalis, Bertópolis, Umburatiba, Medeiros Neto (BA), Teixeira de Freitas (BA) até desaguar no Oceano Atlântico em Alcobaça (BA). O ponto de monitoramento é localizado na cidade de Umburatiba (IN001), em Minas Gerais.

A média anual do IQA no rio Itanhém não pode ser calculada no ano de 2009 já que o monitoramento começou no terceiro trimestre. Na terceira campanha de amostragem registrou-se IQA Médio (65,5) e na quarta campanha IQA Ruim (42,2). Os parâmetros que mais influenciaram no resultado do IQA foram coliformes termotolerantes e turbidez.

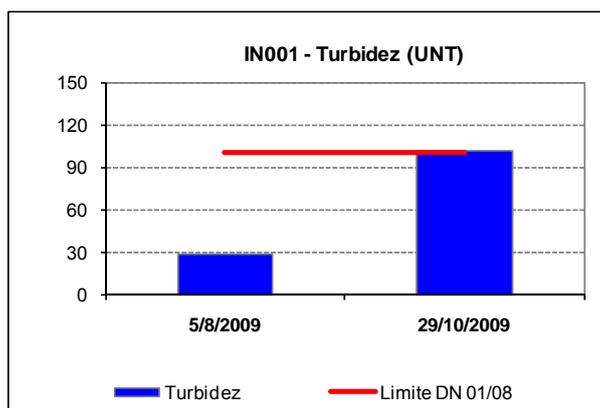
O valor do parâmetro coliformes termotolerantes ultrapassou o limite legal nas duas campanhas em que foi monitorado no rio Itanhém na cidade de Umburatiba (IN001) (Figura 10.3). Este resultado indica lançamento de esgoto sanitário da cidade de Umburatiba no leito do rio sem o devido tratamento, além da carga difusa proveniente da atividade pecuária.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 10.3:** Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio Itanhém na cidade de Umburatiba (IN001) no ano de 2009.

A turbidez apresentou valor desconforme com a legislação vigente no rio Itanhém na cidade de Umburatiba (IN001), na quarta campanha de 2009 (Figura 10.4). Este resultado está associado à carga difusa.



**Figura 10.4:** Ocorrência de turbidez na estação monitorada no rio Itanhém na cidade de Umburatiba (IN001) no ano de 2009.

A Contaminação por Tóxicos CT foi considerada Baixa no rio Itanhém já que nenhum parâmetro tóxico ultrapassou o limite legal no ano de 2009.

### 10.3 Bacia do rio Jucuruçu

#### 10.3.1 Rio Jucuruçu

**Bacia:** JU1

**Estações de Amostragem:** JU001

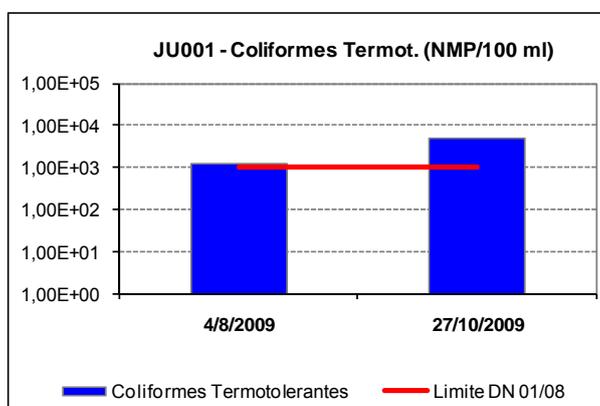
O rio Jucuruçu nasce no município de Felisburgo, abrangendo cerca de 5.907 km<sup>2</sup> passando pelos municípios de Rio do Prado, Palmópolis, Jucuruçu (BA), Itamaraju

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

(BA), até desaguar em Pardo (BA). A estação de monitoramento está localizada no rio Jucuruçu (Braço Norte) na cidade de Palmópolis (JU001), em Minas Gerais.

A média anual do IQA no rio Jucuruçu não pode ser calculada no ano de 2009 já que o monitoramento começou no terceiro trimestre. Na terceira e quarta campanhas de monitoramento verificou-se a ocorrência de IQA Médio (69,2 e 64,4, respectivamente). O parâmetro que mais influenciou no resultado do IQA foi coliformes termotolerantes.

O parâmetro coliformes termotolerantes ultrapassou o limite legal nas duas campanhas em que foi monitorado no rio Jucuruçu (Braço Norte) na cidade de Palmópolis (JU001), (Figura 10.5). Este resultado indica lançamento de esgoto sanitário do município de Palmópolis no leito do rio, sem o devido tratamento.



**Figura 10.5:** Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio Jucuruçu (Braço Norte) na cidade de Palmópolis (JU001) no ano de 2009.

A Contaminação por Tóxicos - CT foi considerada Baixa no rio Jucuruçu já que nenhum parâmetro tóxico ultrapassou o limite legal no ano de 2009.

### 10.4 Bacia do rio São Mateus

#### 10.4.1 Rio São Mateus

**UPGRH: SM1**

**Estações de Amostragem: SM001, SM003**

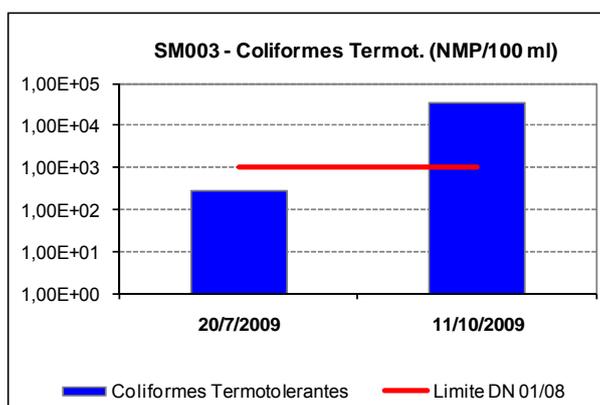
O rio São Mateus nasce no município de Nova Módica, abrange cerca de 13.489 km<sup>2</sup> pelos municípios Pescador, São José do Divino, Frei Gaspar, Ataléia, Ecoporanga (ES), Ponto Belo (ES), Nova Venécia (ES), Boa Esperança (ES), São Mateus (ES) e deságua no Oceano Atlântico no município de Conceição da Barra (ES). É monitorado no Braço Norte, entre os municípios de Ataléia, Minas Gerais, e Ecoporanga, Espírito Santo (SM001), e no Braço Sul, na localidade de Barra do Ariranha (SM003).

A média anual do IQA no rio São Mateus não pôde ser calculada no ano de 2009 já que o monitoramento começou no terceiro trimestre. Na terceira campanha de monitoramento o IQA foi considerado Bom (78,5) na estação monitorada no (Braço

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Norte) entre os municípios de Ataléia/MG e Ecoporanga/ES (SM001). Ressalta-se que não houve coleta de amostras de água na quarta campanha nesta estação, devido à falta de acesso ao ponto de monitoramento. Na estação monitorada no (Braço Sul), na localidade de Barra do Ariranha (SM003), obteve-se IQA Médio (69,75) na terceira campanha e IQA Ruim (42,2) na quarta campanha de monitoramento. Os parâmetros que mais influenciaram no resultado do IQA foram coliformes termotolerantes, fósforo e turbidez.

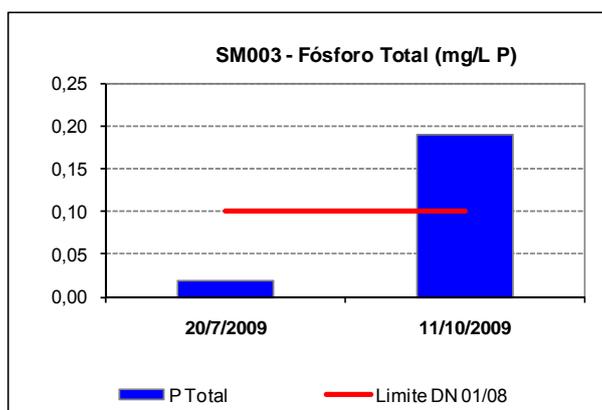
No rio São Mateus (Braço Norte) entre os municípios de Ataléia/MG e Ecoporanga/ES (SM001), nenhum dos parâmetros analisados violou o limite previsto na legislação na terceira campanha de amostragem de 2009. Por outro lado, o parâmetro coliformes termotolerantes ultrapassou o limite legal na quarta campanha na estação monitorada no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) (Figura 10.6). Este resultado indica lançamento de esgoto sanitário no leito do rio sem o devido tratamento, além da carga difusa proveniente da pecuária local.



**Figura 10.6:** Ocorrência de coliformes termotolerantes no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009.

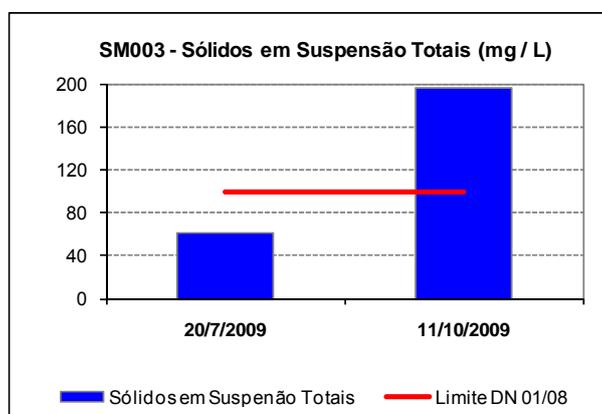
Na quarta campanha de monitoramento da estação monitorada no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) o valor de fósforo total ultrapassou o limite permitido pela legislação (Figura 10.7). Este parâmetro está relacionado ao lançamento de esgoto sanitário e ao uso de fertilizante nas culturas locais.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 10.7:** Ocorrência de fósforo total no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009.

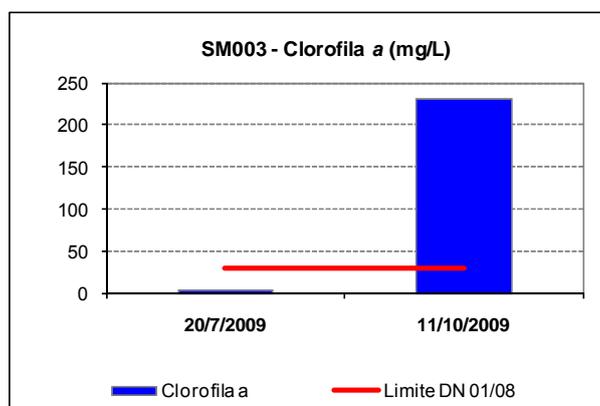
Os sólidos em suspensão totais ultrapassaram o limite legal na estação monitorada no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) na quarta campanha de monitoramento (Figura 10.8). Este parâmetro está relacionado ao mau uso do solo pela atividade agropecuária, além do lançamento de esgoto sanitário da região.



**Figura 10.8:** Ocorrência de sólidos em suspensão totais no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009.

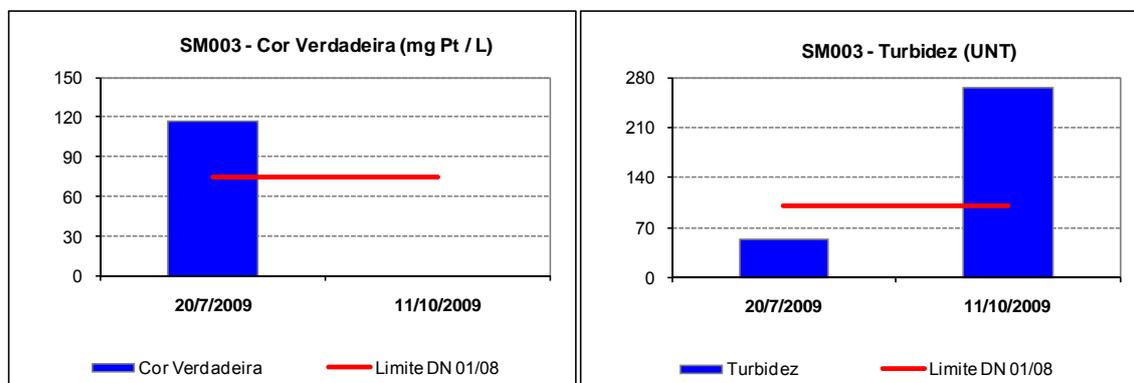
O parâmetro clorofila-a ultrapassou o limite legal na quarta campanha de monitoramento na estação monitorada no (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) (Figura 10.9). Esses valores estão relacionados ao aumento da densidade do fitoplâncton que encontra condições ideais para seu desenvolvimento nesta época do ano.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 10.9:** Ocorrência de clorofila-a no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009.

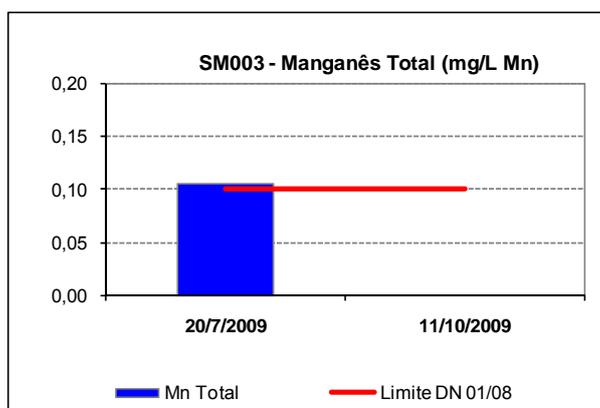
Na terceira campanha de monitoramento na estação monitorada no (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) o valor do parâmetro cor verdadeira ultrapassou seu limite legal. Já o resultado de turbidez apresentou desconformidade com a legislação na quarta campanha (Figura 10.10). Estes parâmetros estão relacionados ao lançamento de esgoto sanitário e ao mau uso do solo na região em função do desenvolvimento das atividades agropecuárias.



**Figura 10.10:** Ocorrências de cor verdadeira e turbidez no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009.

Em relação aos metais, o manganês ultrapassou o limite na terceira campanha de monitoramento na estação monitorada no (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) (Figura 10.11). Essa alteração está relacionada também ao mau uso do solo.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 10.11:** Ocorrências de manganês total no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) no ano de 2009.

A Contaminação por Tóxicos CT foi considerada Baixa no rio São Mateus já que nenhum parâmetro tóxico ultrapassou o limite legal no ano de 2009.

### 10.5 Bacia do rio Itabapoana

#### 10.5.1 Rio São João e seu afluente

##### 10.5.1.1 Rio Caparaó

**Bacia: IB1**

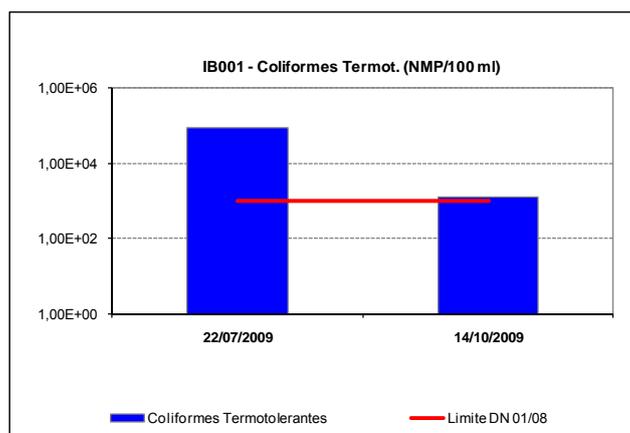
**Estações de Amostragem: IB001**

O rio Caparaó nasce no município de Alto Caparaó, abrange cerca de 197.804 Km<sup>2</sup> até desaguar no rio São João no município de Espera Feliz, passando pelos municípios de Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz. O ponto de monitoramento localiza-se no rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001).

A média anual do IQA no rio Caparaó, não pode ser calculada em 2009 já que o monitoramento começou no terceiro trimestre. Na terceira campanha de monitoramento obteve-se IQA Ruim (48,0) e na quarta campanha IQA Médio (67,7). O parâmetro que mais influenciou no resultado do IQA foi coliformes termotolerantes.

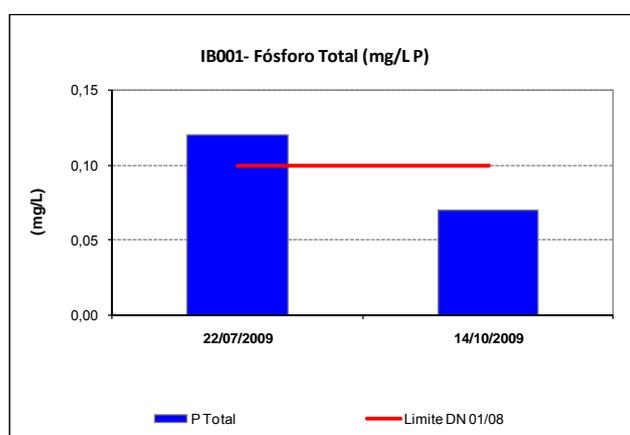
As contagens de coliformes termotolerantes ultrapassaram o limite legal na terceira e quarta campanhas de monitoramento (Figura 10.12). Este resultado indica lançamento de esgoto sanitário proveniente principalmente da cidade de Alto Caparaó no leito do rio, sem o devido tratamento.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 10.12:** Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001) ano de 2009.

O fósforo total, por sua vez, também apresentou valor desconforme com a legislação vigente na terceira campanha de 2009, no rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001), (Figura 10.13). Esta ocorrência reforça a contaminação das águas desse corpo de água pelo lançamento de esgoto sanitário.



**Figura 10.13:** Ocorrência de fósforo total na estação monitorada no rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001) no ano de 2009.

A Contaminação por Tóxicos - CT foi considerada Baixa no rio Caparaó, já que nenhum parâmetro tóxico ultrapassou o limite legal no ano de 2009.

### 10.5.1.2 Rio São João

**Bacia: IB1**

**Estações de Amostragem: IB003**

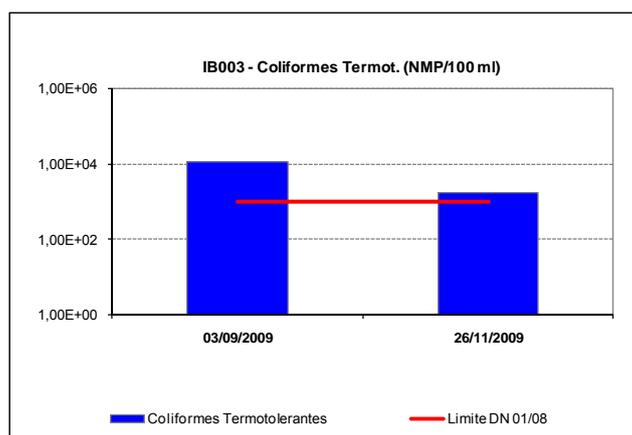
O rio São João nasce no município de Espera Feliz e área de drenagem é de cerca de 297.585 Km<sup>2</sup>. Passa pelos municípios de Espera Feliz, Caiana, e deságua no rio Preto

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

em Caiana, formando o rio Itabapoana. A estação de monitoramento está localizada no rio São João na cidade de Caiana (IB003).

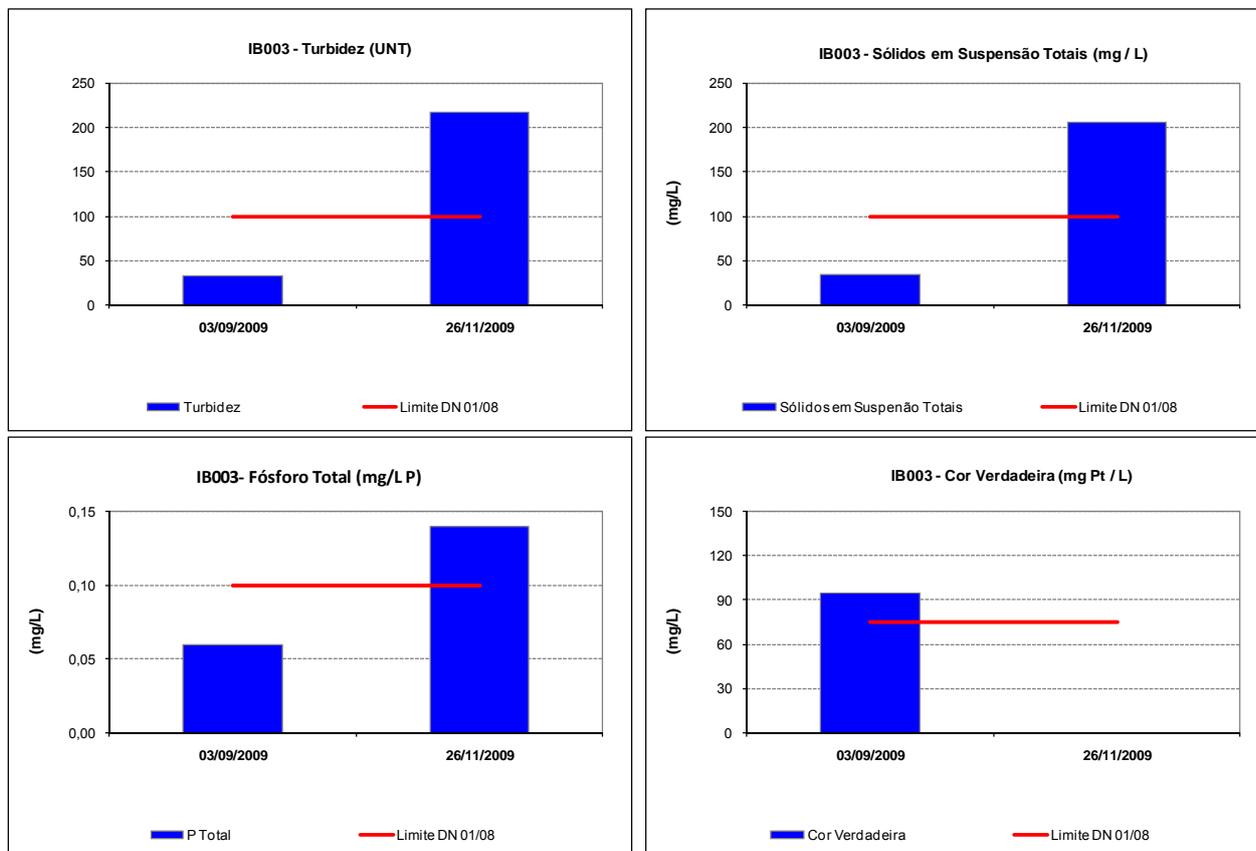
A média anual do IQA no rio São João não pode ser calculada no ano de 2009 já que o monitoramento começou no terceiro trimestre. Na terceira campanha de monitoramento obteve-se IQA Médio (56,2) e na quarta campanha IQA Ruim (49,8). O parâmetro que mais influenciou no resultado do IQA nesses trimestres foi coliformes termotolerantes e também turbidez para o quarto trimestre.

O parâmetro coliformes termotolerantes ultrapassou o limite legal nas duas campanhas em que foi monitorado no rio São João na cidade de Caiana (IB003) no ano de 2009, (Figura 10.14). Este resultado indica lançamento de esgoto sanitário do município de Caiana no leito do rio, sem o devido tratamento e também a atividade agropecuária. Os parâmetros turbidez, sólidos em suspensão totais, fósforo total e cor verdadeira violaram o limite legal em pelo ao menos uma das duas campanhas (Figura 10.15) e confirmam os fatores de pressão apresentados, além do mau uso do solo em função das atividades agrícolas desenvolvidas na região.



**Figura 10.14:** Ocorrência de coliformes termotolerantes na estação monitorada no rio São João na cidade de Caiana (IB003) no ano de 2009.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



**Figura 10.15:** Ocorrências de turbidez, sólidos em suspensão totais, fósforo total e cor verdadeira na estação monitorada no rio São João na cidade de Caiana (IB003) no ano de 2009.

A Contaminação por Tóxicos - CT foi considerada Baixa no rio São João já que nenhum parâmetro tóxico ultrapassou o limite legal no ano de 2009.

### 11 AVALIAÇÃO AMBIENTAL

#### 11.1 Análise dos Resultados em Desacordo com os Limites Legais

Considerando os resultados no ano de 2009, para as 7 estações de amostragem das bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana, avaliaram-se os parâmetros monitorados em relação ao percentual de amostras cujos valores violaram os limites legais da Deliberação Normativa COPAM/CERH N°01/08 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 porção mineira dessas bacias. Esses resultados permitiram o conhecimento das principais interferências das atividades predominantes, como os lançamentos de esgotos domésticos, as atividades agrícolas, minerárias e industriais, além de outras formas de uso ou problemas naturais do solo da bacia de drenagem que podem afetar a qualidade da água na área de estudo.

Na Tabela 11.1, o parâmetro com maior percentual de resultados que se apresentaram em desacordo com os limites da DN COPAM/CERH 01/08 foi o coliformes termotolerantes (100% a 33%), seguido por cor verdadeira (50%), turbidez (50% a 25%) e fósforo total (50% a 33%). Estas ocorrências indicam contribuição significativa por parte de lançamentos de esgotos sanitários e carga difusa proveniente das atividades agropecuárias no comprometimento da qualidade das águas dessas bacias hidrográficas.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

**Tabela 11.1:** Classificação dos parâmetros monitorados em ordem decrescente segundo o percentual de resultados em desacordo com os limites da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 nas bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana, no ano de 2009

<b>Rio Buranhém</b>			
PARÂMETRO	Nº DE VIOLAÇÃO	Nº TOTAL DE COLETAS	% VIOLAÇÃO
Coliformes Termotolerantes	2	2	100,0%
Turbidez	1	2	50,0%
<b>Rio Jucuruçu</b>			
PARÂMETRO	Nº DE VIOLAÇÃO	Nº TOTAL DE COLETAS	% VIOLAÇÃO
Coliformes Termotolerantes	2	2	100,0%
<b>Rio Itanhém</b>			
PARÂMETRO	Nº DE VIOLAÇÃO	Nº TOTAL DE COLETAS	% VIOLAÇÃO
Coliformes Termotolerantes	2	2	100,0%
Turbidez	1	2	50,0%
<b>Rio São Mateus</b>			
PARÂMETRO	Nº DE VIOLAÇÃO	Nº TOTAL DE COLETAS	% VIOLAÇÃO
Cor Verdadeira	1	2	50,0%
Manganês Total	1	2	50,0%
Clorofila a	1	3	33,3%
Coliformes Termotolerantes	1	3	33,3%
Fósforo Total	1	3	33,3%
Sólidos em Suspensão Totais	1	3	33,3%
Turbidez	1	3	33,3%
<b>Rio Itabapoana</b>			
PARÂMETRO	Nº DE VIOLAÇÃO	Nº TOTAL DE COLETAS	% VIOLAÇÃO
Coliformes Termotolerantes	4	4	100,0%
Cor Verdadeira	1	2	50,0%
Fósforo Total	2	4	50,0%
Sólidos em Suspensão Totais	1	4	25,0%
Turbidez	1	4	25,0%
* Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 1mg/L			
** Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 0,5 mg/L (Limite de detecção do método analítico)			
***Considerou-se como violação para corpos de água de classe 1 e 2, as ocorrências maiores que 0,01 mg/L ( Limite de detecção do método analítico)			

Os quadros a seguir listam os mais importantes fatores de PRESSÃO associados aos indicadores de degradação em 2009 e os parâmetros que apresentaram maior número de resultados em desacordo com os limites da DN Conjunta COPAM/CERH N° 01/08 em 2009 para cada ponto de amostragem, caracterizando o ESTADO da qualidade das águas.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### Corpo de água: Rio Buranhém UPGRH: BU1

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO		ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO	
BU001	2	Lançamento de esgoto sanitário	Turbidez, termotolerantes. coliformes	Turbidez, coliformes termotolerantes.	

### Corpo de água: Rio Jucuruçu UPGRH: JU1

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO		ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO	
JU001	2	Lançamento de esgoto sanitário	Coliformes termotolerantes.	Coliformes termotolerantes.	



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### Corpo de água: Rio Itanhém UPGRH: IN1

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
IN001	2	Lançamento de esgoto sanitário	Turbidez, termotolerantes. coliformes	Turbidez, coliformes termotolerantes.

### Corpo de água: Rio São Mateus UPGRH: SM1

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO	ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO
SM003	2	Carga difusa Pecuária Agricultura Lançamento de esgoto sanitário	Turbidez, cor verdadeira, sólidos em suspensão totais, fósforo total, coliformes termotolerantes, clorofila a e manganês total.	Turbidez, cor verdadeira, sólidos em suspensão totais, fósforo total, coliformes termotolerantes, clorofila a e manganês total.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### Corpo de água: Rio Caparaó UPGRH: IB1

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO		ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO	
IB001	2	Lançamento de esgoto sanitário Carga difusa	Coliformes termotolerantes, fósforo total.	Coliformes termotolerantes, fósforo total.	

### Corpo de água: Rio São João UPGRH: IB1

ESTAÇÃO	CLASSE	PRESSÃO		ESTADO	
		FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO EM 2009	INDICADORES COM MAIOR Nº DE RESULTADOS EM DESACORDO COM OS LIMITES DA DN COPAM/CERH 01/08 NA SÉRIE HISTÓRICA DE MONITORAMENTO	
IB003	2	Carga difusa Pecuária Agricultura Lançamento de esgoto sanitário Erosão	Coliformes termotolerantes, cor verdadeira, sólidos em suspensão totais, turbidez, fósforo total.	Coliformes termotolerantes, cor verdadeira, sólidos em suspensão totais, turbidez, fósforo total.	

### 12 AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL – RESPOSTA

#### 12.1 Contaminação por esgoto sanitário

Dos parâmetros que representam um indicativo de contaminação dos corpos de água por lançamento de esgoto sanitário, os que apresentaram maior número de resultados fora dos limites da DN Conjunta COPAM/CERH 01/08 no estado de Minas Gerais, entre 1997 e 2009, foram coliformes termotolerantes, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD) e nitrogênio amoniacal com, respectivamente, 55,7%, 28,4%, 10,8%, 10,6% e 2,4% de ocorrências. A contaminação dos corpos de água por lançamentos de esgoto sanitário é um fator de PRESSÃO comum sobre a qualidade das águas das bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, São Mateus e Itabapoana, conforme observado no item 11.1.

Em 2009, nessas bacias hidrográficas, os parâmetros que indicaram a contaminação por esgoto sanitário foram: coliformes termotolerantes, cor verdadeira, turbidez e fósforo total. O parâmetro coliformes termotolerantes ultrapassou o limite legal em pelo menos uma campanha em todas as estações monitoradas, à exceção do rio São Mateus (Braço Norte) entre os municípios de Ataléia (MG) e Ecoporanga (ES) (SM001). A condição mais crítica dentre essas bacias foi verificada na bacia do rio Itabapoana, na estação localizada no rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001), na qual o valor desse parâmetro excedeu em 90 vezes o limite legal. As violações de cor verdadeira, ocorreram no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) e no rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001), 56% e 27%, respectivamente, acima do limite definido na legislação. O fósforo total ultrapassou o limite nas estações monitoradas no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003), rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó (IB001) e no rio São João na cidade de Caiana (IB003), sendo que o maior valor foi observado na estação SM003, 90% acima do limite legal. As violações do parâmetro turbidez ocorreram nas estações localizadas no rio Buranhém a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto (BU001), rio Itanhém na cidade de Umburatiba e no rio São João na cidade de Caiana (IB003), 52%, 2% e 117%, respectivamente, acima do limite legal.

Portanto, para conter a emissão de efluentes sanitários, recomenda-se a definição de ações que priorizem a implantação e/ou otimização dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios citados acima.

#### 12.2 Contaminação por atividades industriais e minerárias

No estado de Minas Gerais foram verificadas, no período de 1997 a 2009, algumas ocorrências de contaminantes tóxicos em desconformidade com os padrões legais, quais sejam: chumbo total, arsênio total, cromo total, fenóis totais, cianeto, cádmio total, cobre dissolvido, zinco total, mercúrio total e nitrogênio amoniacal total.

Nas bacias do rio Buranhém, Itanhém, Jucuruçu, São Mateus e Itabapoana não foi verificada a presença de contaminantes tóxicos em 2009.

### 12.3 Contaminação por mau uso do solo

Entre 1997 e 2009, foram verificadas, em Minas Gerais, várias ocorrências de manganês total, ferro dissolvido, turbidez e alumínio dissolvido em desconformidade com os padrões legais. Estes parâmetros se destacam por caracterizar, principalmente, o mau uso do solo no Estado.

Na bacia do rio Buranhém, rio Itanhém, rio São Mateus (Braço Sul) e rio Itabapoana, houve desconformidade do parâmetro turbidez como destacado anteriormente. Ressalta-se que no ponto de monitoramento no rio São Mateus (Braço Sul) na localidade de Barra do Ariranha (SM003) estiveram em desacordo com o limite legal os parâmetros cor verdadeira e manganês total na terceira campanha e sólidos em suspensão totais na quarta campanha de monitoramento. Ainda nesta estação, também houve violação dos parâmetros fósforo total, turbidez e sólidos em suspensão totais na quarta e cor verdadeira na terceira campanha de monitoramento.

Recomenda-se, portanto, priorizar ações como, por exemplo, o reflorestamento das encostas e o manejo adequado do solo a fim de se conter maiores danos ambientais decorrentes de uso insustentável do solo ao longo dessas bacias.

### 13 BIBLIOGRAFIA

ADOCE, 1998. Bacia do Rio Doce. Qualidade das Águas. Período 1997.

AMARO, C. M. Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento. São Paulo. USP, 2009. 224 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica).

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 SANEAMENTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, – Relatório. Técnico gerencial, 2009. 450p.

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.



## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

DVWK (Deutscher Verband Für Wasserwirtschaft Und Kulturbau). 1999. Manuais para gerenciamento de recursos hídricos: Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados a águas correntes. Trad. J. H. Saar, Florianópolis: FATMA/GTZ.

ESTEVES, FRANCISCO A. Eutrofização Artificial. In: ESTEVES, FRANCISCO A. Fundamentos de limnologia. 2ª. Edição. Rio de Janeiro: Interciência LTDA, 1998. p. 504.

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.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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.

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

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

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

LAMPARELLI, M. C. Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP, 2004. 237 p. Tese (Doutorado em Ciências na área de ecossistemas terrestres e aquáticos)- Programa de Pós-Graduação em Ciências, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

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

MACÊDO, J. A. B. Introdução a química ambiental: Química, meio ambiente e sociedade 1ª ed. Juiz de Fora: Jorge Macedo, 2002, 487p.

\_\_\_\_\_. Águas & Águas. 1ª ed. Juiz de Fora: ORTOFARMA, 2000, 505p.

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

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

ODUM, E. 1983. Ecologia. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara. 423 p.

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

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações Para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. Relatório Executivo. Junho, 2010. Consórcio Ecoplan - Lume. 96 págs. Disponível em: < [www.pirhdoce.com.br](http://www.pirhdoce.com.br)>. Acesso em: 04 dez. 2010

Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações Para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. Relatório Final. Junho, 2010. Volume I. Consórcio Ecoplan - Lume. 472 págs. Disponível em: < [www.pirhdoce.com.br](http://www.pirhdoce.com.br)>. Acesso em: 04 dez. 2010

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.

SANT'ANNA, Célia., AZEVEDO, Maria T. P., WERNER Vera R., DOGO, CAMILA R., RIOS, FERNANDA R. & CARVALHO, LUCIANA R., Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. Stuttgart, April 2008 p. 251–265.

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

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Diagnóstico Velhas Sustentável, 2010.

SIMGE – SISTEMA DE METEOROLOGIA E RECURSOS HIDRICOS DE MINAS GERAIS. Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce. Disponível em: [http://www.simge.mg.gov.br/Transferir/alerta\\_doce/index.html](http://www.simge.mg.gov.br/Transferir/alerta_doce/index.html). Acessado em dezembro de 2010.

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

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

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



## **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009**

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 2009

# ANEXOS



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

**Anexo A**  
**Municípios com Sede nas Bacias dos Rios Buranhém, Itanhém, Jucuruçu, São Mateus e Itabapoana**

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Rio Itanhém - IN1			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Bertópolis	4588	2521	2067
Machacalis	6855	5714	1141
Santa Helena de Minas	5892	3305	2587
Umburatiba	2776	1591	1185
<b>TOTAL</b>	<b>20111</b>	<b>13131</b>	<b>6980</b>

*Fonte: Contagem da População 2007 - IBGE*

Rio Buranhém - BU1			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Santo Antônio do Jacinto	11294	6220	5074
<b>TOTAL</b>	<b>11294</b>	<b>6220</b>	<b>5074</b>

*Fonte: Contagem da População 2007 - IBGE*

UPGRH - SM1			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Ataléia	15078	7121	7957
Central de Minas	6590	5596	994
Frei Gaspar	6343	1867	4476
Itabirinha de Mantena	10338	7954	2384
Mantena	26721	20620	6101
Mendes Pimentel	6431	3406	3025
Nova Belém	3629	1059	2570
Nova Módica	3878	2180	1698
Ouro Verde de Minas	6832	3965	2867
Pescador	4056	3250	806
São Félix de Minas	3387	1839	1548
São João do Manteninha	4855	2293	2562
São José do Divino	3776	2653	1123
<b>TOTAL</b>	<b>101914</b>	<b>63803</b>	<b>38111</b>

*Fonte: Contagem da População 2007 - IBGE*



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Rio Jucuruçu - JU1			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Palmópolis	7041	4438	2603
<b>TOTAL</b>	<b>7041</b>	<b>4438</b>	<b>2603</b>

Fonte: Contagem da População 2007 - IBGE

Rio Itabapoana - IB1			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Alto Caparaó	5048	3709	1339
Caiana	4537	1766	2771
Caparaó	4863	1889	2974
Espera Feliz	20835	12530	8305
<b>TOTAL</b>	<b>35283</b>	<b>19894</b>	<b>15389</b>

Fonte: Contagem da População 2007 - IBGE



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

## 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.

### *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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

(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 microrganismos; como fontes antropogênicas destacam-se os despejos domésticos, industriais e a erosão.

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

## **2 Parâmetros Químicos**

### *Alcalinidade Total*

É a quantidade dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato presentes na água, que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. As origens naturais da alcalinidade na água são a dissolução de rochas, as reações do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera e a decomposição da matéria orgânica. Além desses, os despejos industriais são responsáveis pela alcalinidade nos corpos de água. Esta variável deve ser avaliada por ser importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

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

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

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

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

### *Cloretos*

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

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

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

Os maiores aumentos em termos de DBO em um corpo de água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, poder obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

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

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, orientando o teste da DBO. A análise da DQO é útil para detectar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo de água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

### *Dureza*

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

### *Fenóis Totais*

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

poluição, portanto, remota. Nas zonas de autodepuração natural dos rios, observa-se a presença de nitrogênio orgânico na zona de degradação, nitrogênio amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

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

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

### *Nitrogênio Orgânico*

Está presente na água em forma de suspensão e é oriundo principalmente de fontes biogênicas (bactérias, plâncton, húmus, proteínas e intermediários de processos de decomposição). O nitrogênio orgânico não apresenta efeitos tóxicos, todavia podem surgir preocupações de ordem higiênica.

### *Nitrogênio Amoniacal Total (amônia)*

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

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

### *Nitrato*

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

Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, podem conduzir a um crescimento exagerado, processo denominado de eutrofização.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### *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. Em grandes quantidades, o nitrato contribui como causa da metaemoglobinemia (síndrome do bebê azul).

### *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. A presença de dragas para retirada de areia também pode contribuir para o aumento desse parâmetro nos corpos de água, por meio de vazamentos ou falta de medidas preventivas afim que não haja lançamentos de resíduos nos leitos dos rios. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos de água. Dentre estes despejos, destacam-se os de refinarias, frigoríficos e indústrias de sabão.

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

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

### *Potencial Hidrogeniônico (pH)*

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

### *Sulfatos*

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

### *Sulfetos*

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

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

### *Substâncias tensoativas*

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

### *Alumínio (Al)*

O alumínio é o principal constituinte de um grande número de componentes atmosféricos, particularmente de poeira derivada de solos e partículas originadas da combustão de carvão. Na água, o alumínio é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e pela presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. O alumínio é pouco solúvel em pH entre 5,5 e 6,0, devendo apresentar maiores concentrações em profundidade onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

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

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

### *Arsênio (As)*

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

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

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### *Bário (Ba)*

Em geral, ocorre nas águas naturais em baixas concentrações, variando de 0,7 a 900 µg/L. É normalmente utilizado nos processos de produção de pigmentos, fogos de artifício, vidros e praguicidas. A ingestão de bário em doses superiores às permitidas pode causar desde um aumento transitório da pressão sangüínea por vasoconstrição, até sérios efeitos tóxicos sobre o coração.

### *Boro (B)*

O boro é muito reativo, o que dificultada a sua ocorrência no estado livre, entretanto, pode ser encontrado combinado a diversos minerais. O boro, na sua forma combinada como bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) é utilizado desde tempos imemoriais. É usado como matéria-prima na produção de vidro de borossilicato, resistente ao calor, para usos domésticos e laboratoriais, familiarmente conhecido pela marca registrada Pirex, bem como na preparação de outros compostos de boro.

Em sua forma elementar, é duro e quebradiço como o vidro, tendo aplicações semelhantes a este. Pode ser adicionado a metais puros, ligas ou outros sólidos, para aumentar a sua resistência plástica, acrescentando, assim, a rigidez do material. Quando acumulado no corpo através da absorção, ingestão ou inalação dos seus compostos, o boro atua sobre o sistema nervoso central, causando hipotensão, vômitos, diarreia e, em casos extremos, coma. Pequenas quantidades de boro parecem ser indispensáveis para o crescimento das plantas, porém, em grandes quantidades, este elemento torna-se tóxico.

### *Cádmio (Cd)*

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

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

### *Chumbo (Pb)*

Em sistemas aquáticos, o comportamento dos compostos de chumbo é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. Teores de chumbo acima de 0,1mg/L inibem a oxidação bioquímica de substâncias orgânicas e são prejudiciais para os organismos aquáticos inferiores. Concentrações de chumbo entre 0,2 e 0,5mg/L empobrecem a

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

### *Cromo (Cr)*

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

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

### *Ferro (Fe)*

O ferro aparece, normalmente, da dissolução de compostos do solo e dos despejos industriais. Em épocas de alta precipitação, o nível de ferro na água aumenta em decorrência dos processos de erosão nas margens dos corpos de água. Nas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

indústrias metalúrgicas, o ferro é disponibilizado através da decapagem, que consiste na remoção da camada oxidada das peças antes de seu uso. Em quantidade adequada, este metal é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo contudo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis à água, além de elevar a dureza, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial.

### *Magnésio (Mg)*

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

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

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

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

### *Manganês (Mn)*

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

### *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 e indústrias de tintas, dentre outras.

O mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de uma concentração de apenas 18µg/L. Este elemento pode ser adsorvido em sedimentos e em sólidos em suspensão. O metabolismo microbiano é perturbado pelo mercúrio através de inibição enzimática. Alguns microrganismos são capazes de metilar compostos inorgânicos de mercúrio, aumentando assim sua toxicidade.

O acúmulo de mercúrio nos tecidos do peixe é uma das principais vias de entrada de mercúrio no corpo humano, já que o mercúrio mostra-se mais tóxico na forma de compostos organometálicos. A intoxicação aguda por este metal pesado, no homem, é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte. A intoxicação crônica afeta glândulas salivares, rins e altera as funções psicológicas e psicomotoras.

### *Níquel (Ni)*

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

### *Potássio (K)*

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

### *Selênio (Se)*

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

## **3 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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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 um 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  $44^{\circ}\text{C}$ .

#### 4 Parâmetro Hidrobiológico

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

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

##### *Clorofila-a*

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



# **QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009**

## 1 COLIFORMES FECAIS

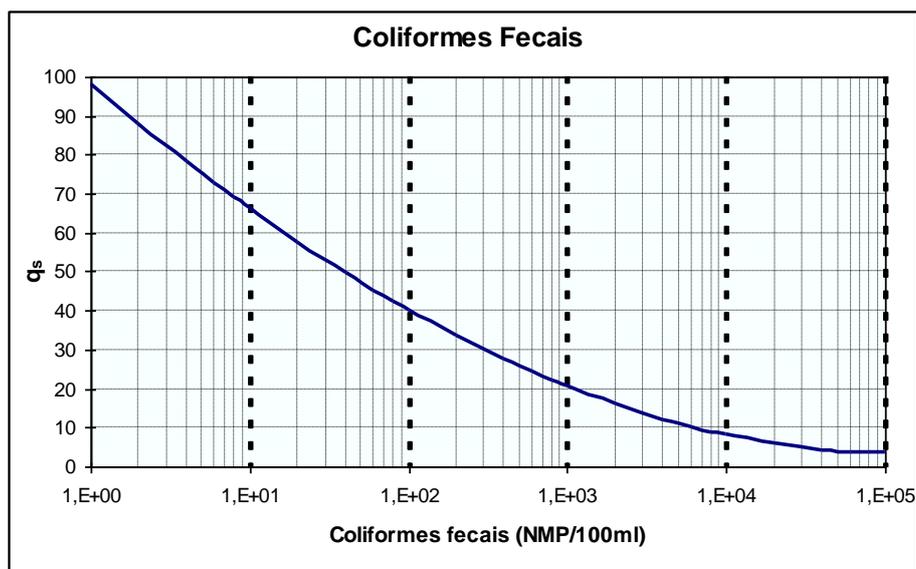
As equações para o cálculo da qualidade ( $q_s$ ) do parâmetro Coliformes Fecais (CF) são:

Para  $CF \leq 105$  NMP/100ml

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

Para  $CF > 105$  NMP/100ml

$$\Rightarrow q_s = 3,0$$



## 2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – PH

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

Para  $pH \leq 2,0$

$$\Rightarrow q_s = 2,0$$

Para  $2,0 < \text{pH} \leq 6,9$

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

Para  $6,9 < \text{pH} \leq 7,1$

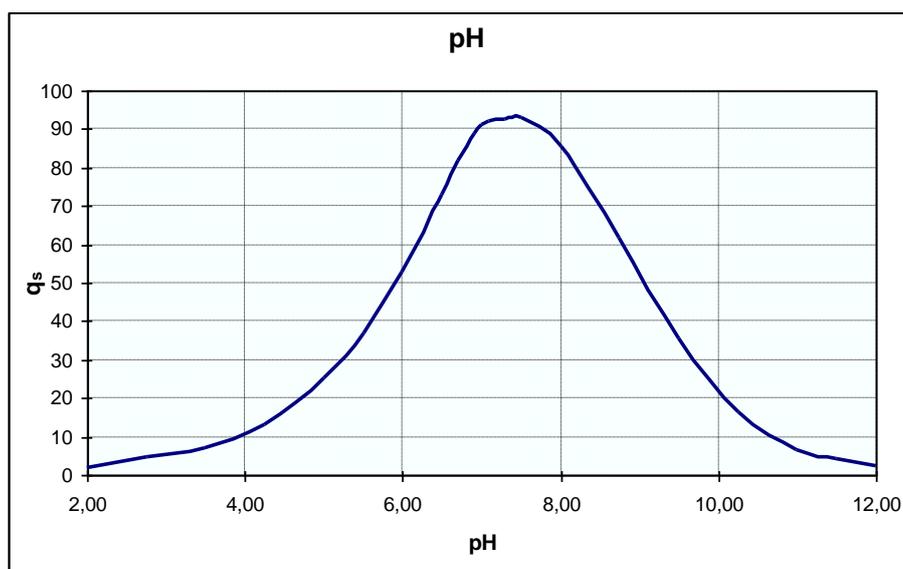
$$q_s = -4,69365 - 21,4593 \times \text{pH} - 68,4561 \times \text{pH}^2 + 21,638886 \times \text{pH}^3 - 1,59165 \times \text{pH}^4$$

Para  $7,1 < \text{pH} \leq 12$

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

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

$$\Rightarrow q_s = 3,0$$



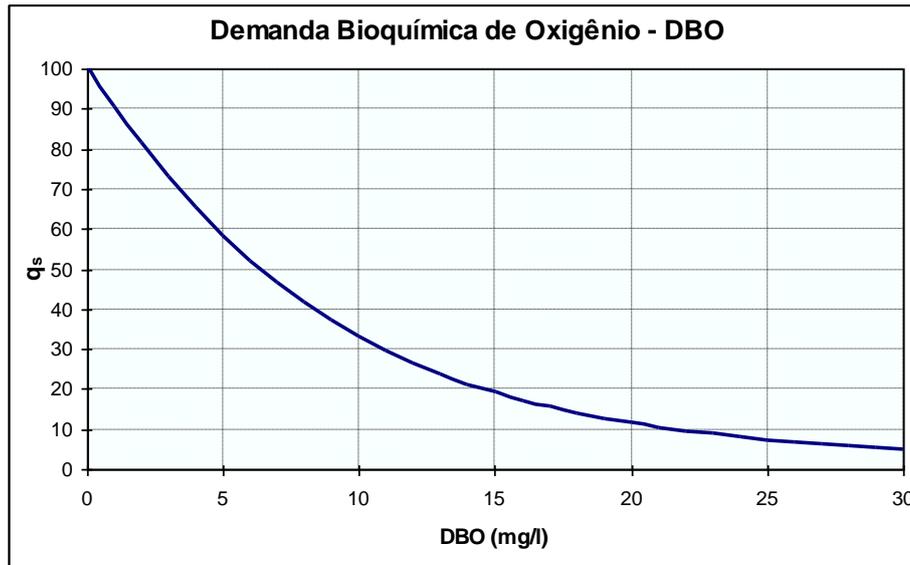
### 3 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO – DBO

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

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

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

Para  $DBO > 30,0$  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:

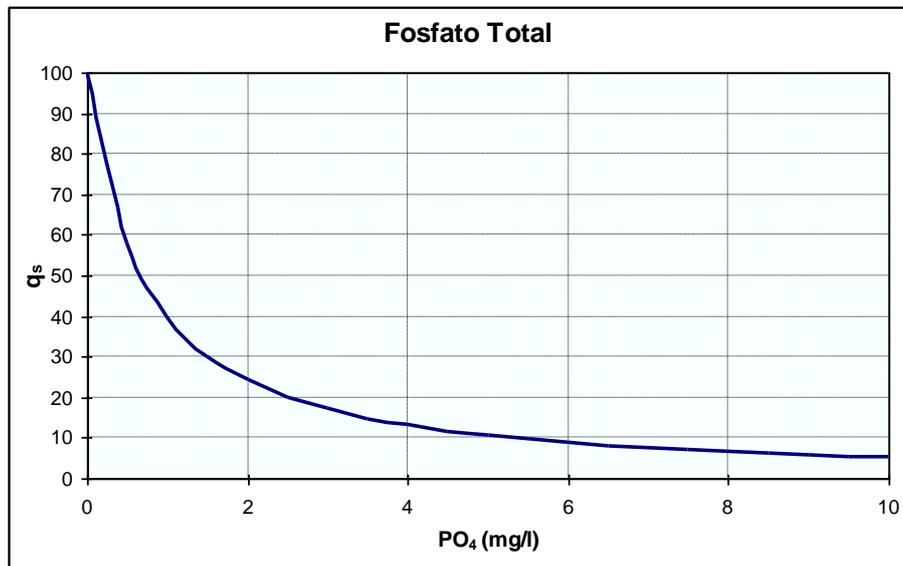
Para  $NO_3 \leq 10$  mg/l  $\Rightarrow$   $q_s = -5,1 \times NO_3 + 100,17$

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

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

Para  $NO_3 > 90$  mg/l  $\Rightarrow$   $q_s = 1,0$





### 6 TEMPERATURA (AFASTAMENTO DA TEMPERATURA DE EQUILÍBRIO)

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

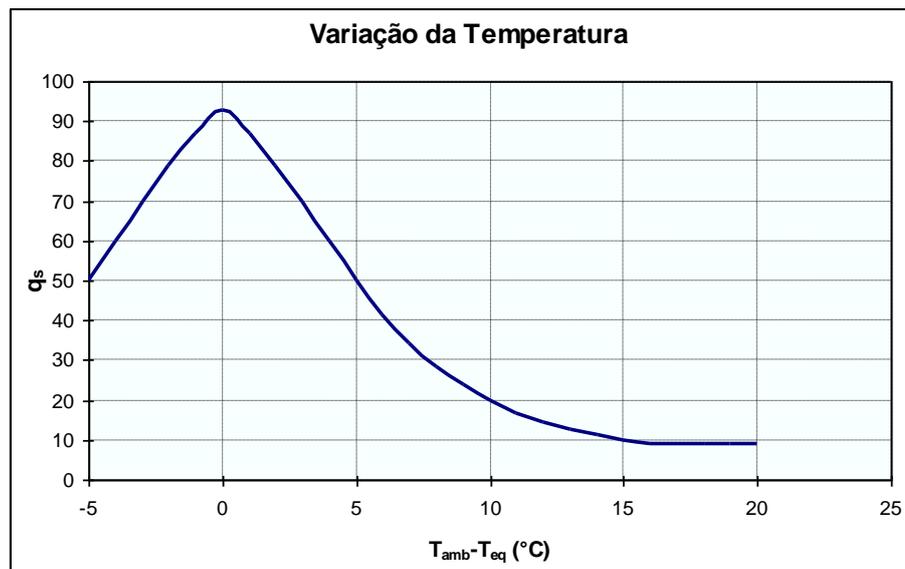
Para $\Delta T < -5,0$	$\Rightarrow$	$q_s \text{ é indefinido}$
Para $-5,0 \leq \Delta T \leq -2,5$	$\Rightarrow$	$q_s = 10 \times \Delta T + 100$
Para $-2,5 < \Delta T \leq -0,625$	$\Rightarrow$	$q_s = 8 \times \Delta T + 95$
Para $-0,625 < \Delta T \leq 0$	$\Rightarrow$	$q_s = 4,8 \times \Delta T + 93$
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 $2,5 < \Delta T \leq -5,0$	$\Rightarrow$	$q_s = -10 \times \Delta T + 100$

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Para  $5,0 < \Delta T \leq 10,0$   $\Rightarrow$   $q_s = 124,57 \times e^{(-0,1842 \times \Delta T)}$

Para  $10,0 < \Delta T \leq 15,0$   $\Rightarrow$   $q_s = 1.002,2 \times \Delta T^{1,7083}$

Para  $\Delta T > 15,0$   $\Rightarrow$   $q_s = 9,0$



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

### 7 TURBIDEZ

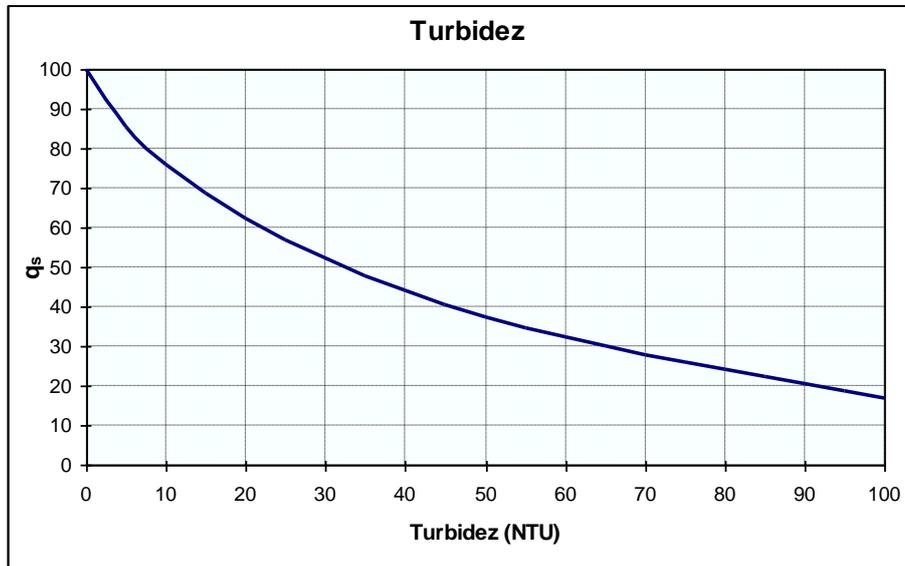
As equações para o cálculo da qualidade ( $q_s$ ) do parâmetro Turbidez são:

Para  $Tu \leq 100$

$$q_s = 90,37 \times e^{(-0,0169 \times Tu)} - 1,5 \times \cos(0,0571 \times (Tu - 30)) + 10,22 \times e^{(-0,23 \times Tu)} - 0,8$$

Para  $Tu > 100$   $\Rightarrow$   $q_s = 5,0$

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



### 8 SÓLIDOS TOTAIS - ST

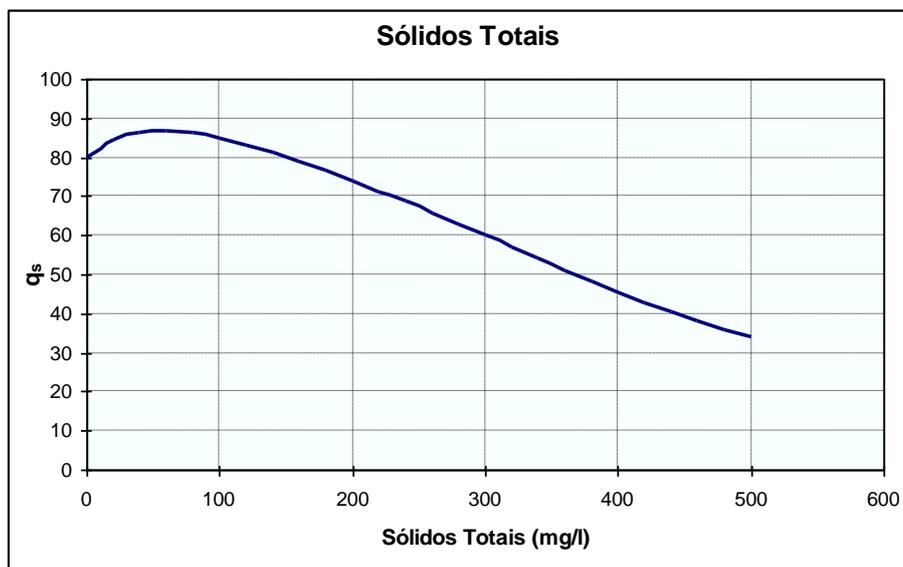
As equações para o cálculo da qualidade ( $q_s$ ) do parâmetro Sólidos Totais (ST) são:

Para  $ST \leq 500$

$$q_s = 133,17 \times e^{(-0,0027 \times ST)} - 53,17 \times e^{(-0,014 \times ST)} + \left( (-6,2 \times e^{(-0,0046 \times ST)}) \times \text{sen}(0,0146 \times ST) \right)$$

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  $\leq 100$  mg/l

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

Onde:

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

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

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

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

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

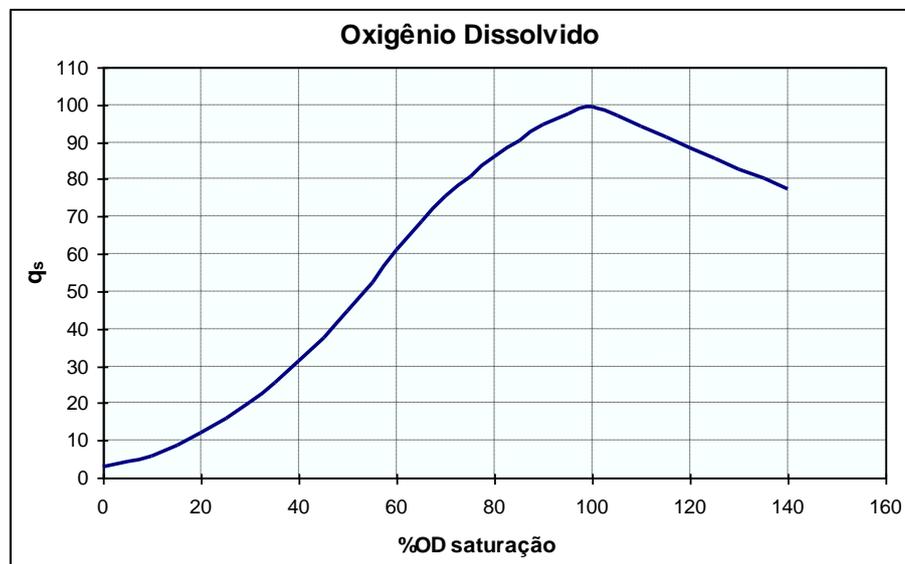
Para  $100 \leq OD\% \text{ saturação} \leq 140 \text{ mg/l}$

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

Para  $OD\% \text{ saturação} > 140 \text{ mg/l}$

$$\Rightarrow q_s = 47,0$$

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 2009

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF1</b>	
SF001	Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais
SF002	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF003	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF004	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF005	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF008	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF010	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF4</b>	
SF006	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF007	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF009	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Substâncias tensoativas
SF011	Chumbo total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total
SF013	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF015	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF017	Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF042	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF044	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF046	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF048	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF050	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF052	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF054	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO	
UPGRH SF4	
SF056	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF058	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF060	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total.

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO	
UPGRH SF6	
SF019	Boro total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF021	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
SF023	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Zinco total
SF040	Manganês total; Nitrogênio orgânico

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF7</b>	
PT001	Cianeto livre; Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total
PT003	Cádmio total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas
PT005	Arsênio total; Bário total; Boro total; Cádmio total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PT007	Fenóis totais; Manganês total; Substâncias tensoativas
PT009	Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas
PT010	Cádmio total; Manganês total; Nitrogênio orgânico
PT011	Cádmio total, Cor verdadeira, Fenóis totais; Manganês total.
PT013	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Zinco total

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRHs SF8</b>	
SF025	Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Manganês total; Substâncias tensoativas
UR001	Cádmio total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total; Nitrito; Substâncias tensoativas
UR007	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total; Nitrito; Substâncias tensoativas
UR009	Fenóis totais; Manganês total; Substâncias tensoativas
UR010	Cádmio total; Fenóis totais; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
UR011	Arsênio total; Cádmio total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRHs SF8</b>	
UR012	Arsênio total; Cádmio total; Fenóis totais; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
UR013	Alcalinidade de bicarbonato, Alcalinidade total, Alumínio dissolvido, Arsênio total, Bário total, Cádmio Total, Cálcio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cianeto total, Cobre dissolvido, Cor Verdadeira, Cromo Total, Dureza de cálcio, Dureza de magnésio, Dureza total, Ensaio Ecotoxicológico, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio Total, Níquel total, Nitrito, Nitrogênio orgânico, Óleos e graxas, Sólidos dissolvidos totais, Substâncias tensoativas, Sulfato total e Zinco total.
UR014	Arsênio total; Cádmio total; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
UR015	Cádmio total; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
UR016	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
UR017	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF9</b>	
SF026	Manganês total; Nitrogênio orgânico
SF027	Densidade de cianobactérias; Manganês total; Substâncias tensoativas
SF028	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Zinco total
SF029	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Boro total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Sulfeto; Zinco total
SF031	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Manganês total; Nitrito; Substâncias tensoativas; Zinco total
SF033	Densidade de cianobactérias; Manganês total; Substâncias tensoativas
SF034	Manganês total; Nitrogênio orgânico

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF10</b>	
VG001	Cádmio total; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Zinco total
VG003	Boro total; Cádmio total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
VG004	Cádmio total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Manganês total; Nitrito; Substâncias tensoativas
VG005	Cádmio total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Manganês total; Substâncias tensoativas
VG007	Cádmio total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas
VG009	Cádmio total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total
VG011	Cádmio total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA001	Chumbo total; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total; Substâncias tensoativas
PA002	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA003	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA004	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA005	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA007	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA009	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA010	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA011	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Sulfeto; Zinco total
PA013	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Sulfeto; Zinco total
PA015	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA017	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA019	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA020	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA021	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Sulfeto; Zinco total
PA022	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA024	Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total; Substâncias tensoativas
PA026	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA028	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA031	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA032	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cromo total; Fenóis totais; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA034	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA036	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA040	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total.
PA042	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
PA044	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF3: Rio Paraopeba</b>	
BP022	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP024	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP026	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP027	Bário total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Selênio total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BP029	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP032	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP036	Cádmio total; Chumbo total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP066	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP068	Cádmio total; Chumbo total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP069	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
BP070	Cádmio total; Chumbo total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP071	Cádmio total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BP072	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BP073	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF3: Rio Paraopeba</b>	
BP074	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BP076	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
BP078	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP079	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP080	Bário total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Selênio total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BP082	Cádmio total; Chumbo total; Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas
BP083	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
BP084	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Selênio total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BP086	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP088	Cádmio total; Cianeto livre; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BP090	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas
BP092	Arsênio total; Cádmio total; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP094	Arsênio total; Cádmio total; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP096	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BP098	Cádmio total, Cor verdadeira, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Nitrito, Nitrogênio orgânico e Sólidos dissolvidos totais.
BP099	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV013	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Estreptococos fecais; Ferro dissolvido; Ferro total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Potássio dissolvido; Sódio dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto; Zinco total
BV035	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Estreptococos fecais; Ferro dissolvido; Ferro total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Potássio dissolvido; Sódio dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto; Zinco total
BV037	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Estreptococos fecais; Ferro dissolvido; Ferro total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Potássio dissolvido; Sódio dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto; Zinco total
BV062	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Estreptococos fecais; Ferro dissolvido; Ferro total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Potássio dissolvido; Sódio dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto; Zinco total
BV063	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Estreptococos fecais; Ferro dissolvido; Ferro total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Potássio dissolvido; Sódio dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV067	Alcalinidade total; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Estreptococos fecais; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Ferro total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Potássio dissolvido; Sódio dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Sulfeto; Zinco total
BV076	Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
BV083	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
BV105	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BV130	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
BV133	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Nitrito; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
BV135	Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
BV136	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Zinco total
BV137	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BV139	Alcalinidade total; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Estreptococos fecais; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Ferro total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Potássio dissolvido; Sódio dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV140	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Zinco total
BV141	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
BV142	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
BV143	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Nitrito; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
BV144	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
BV145	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Nitrito; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
BV146	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
BV147	Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais
BV148	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais.
BV149	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BV150	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BV151	Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV152	Arsênio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Manganês total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais
BV153	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BV154	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
BV155	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BV156	Arsênio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto
BV160	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Nitrito; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
BV161	Alcalinidade de bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio total; Bário total; Cádmio total; Cálcio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrogênio orgânico; Óleos e graxas; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfato total; Zinco total
BV162	Cor verdadeira; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
	<b>BACIA DO RIO DOCE</b>
	<b>UPGRH DO1</b>
RD001	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD004	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais
RD007	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD009	Arsênio total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais
RD013	Alumínio dissolvido; Cobre dissolvido; Sólidos dissolvidos totais
RD018	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD019	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD021	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais
RD023	Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD068	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD069	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD070	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
RD071	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
RD072	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD073	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>UPGRH DO2</b>	
RD025	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Zinco total
RD026	Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto
RD027	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
RD029	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
RD030	Cobre dissolvido; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
RD031	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
RD032	Cobre dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD034	Cobre dissolvido; Sólidos dissolvidos totais
RD035	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Sólidos dissolvidos totais
RD074	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
RD075	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
RD076	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
RD099	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Nitrito; Nitrogênio orgânico; Sólidos dissolvidos totais; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>UPGRH DO3</b>	
RD039	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD077	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto; Zinco total
RD078	Alumínio dissolvido; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD079	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD080	Alumínio dissolvido; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD081	Alumínio dissolvido; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD082	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO DOCE</b>	
<b>UPGRH DO4</b>	
RD040	Cobre dissolvido; Sólidos dissolvidos totais
RD044	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Sólidos dissolvidos totais
RD045	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD049	Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD053	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD083	Alumínio dissolvido; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD084	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO DOCE</b>	
<b>UPGRH DO4</b>	
RD085	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD086	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD087	Alumínio dissolvido; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD088	Alumínio dissolvido; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD089	Alumínio dissolvido; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD094	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>UPGRH DO5</b>	
RD033	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
RD056	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD057	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD058	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD090	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD091	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD092	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD093	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>UPGRH DO6</b>	
RD059	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD064	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD065	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD067	Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ferro dissolvido; Nitrito; Sólidos dissolvidos totais; Sulfeto
RD095	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD096	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD097	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
RD098	Alumínio dissolvido; Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO PARANAÍBA</b>	
<b>UPGRH PN1</b>	
PB001	Cádmio total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Manganês total
PB003	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total
PB005	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total
PB007	Chumbo total; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total
PB009	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
<b>BACIA DO RIO PARANAÍBA</b>	
<b>UPGRH PN2</b>	
PB011	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ensaio Ecotoxicológico; Ferro dissolvido; Manganês total
PB013	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido
PB015	Cádmio total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido
PB017	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total
PB019	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total
PB021	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Manganês total
PB022	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido
PB023	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
<b>BACIA DO RIO PARANAÍBA</b>	
<b>UPGRH PN3</b>	
PB025	Cádmio total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais
PB027	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Zinco total
PB029	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Zinco total
PB031	Cádmio total; Cobre dissolvido; Fenóis totais
PB033	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS
BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL	
UPGRHs PS1	
BS002	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total
BS006	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS017	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS018	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS024	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total.
BS028	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido
BS029	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS031	Fenóis totais; Ferro dissolvido; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS032	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS060	Alumínio dissolvido; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS061	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido
BS083	Alumínio dissolvido; Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total.
BS085	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
	<b>BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL</b>
	<b>UPGRHs PS2</b>
BS033	Alumínio dissolvido; Chumbo total; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Zinco total
BS042	Chumbo total; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS043	Chumbo total; Cor verdadeira; Cromo total; Ferro dissolvido; Sulfeto
BS046	Alumínio dissolvido; Cianeto livre; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Substâncias tensoativas
BS049	Alumínio dissolvido; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas
BS050	Alumínio dissolvido; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Ferro dissolvido; Substâncias tensoativas
BS054	Alumínio dissolvido; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Substâncias tensoativas
BS056	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas
BS057	Fenóis totais; Ferro dissolvido; Substâncias tensoativas
BS058	Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Substâncias tensoativas.
BS059	Chumbo total; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Substâncias tensoativas
BS071	Chumbo total; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Zinco total
BS073	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Substâncias tensoativas; Zinco total
BS075	Alumínio dissolvido; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BS077	Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Substâncias tensoativas; Sulfeto
BS081	Chumbo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Substâncias tensoativas; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO JEQUITINHONHA</b>	
<b>UPGRH JQ1</b>	
JE001	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE003	Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
JE005	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
JE007	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO JEQUITINHONHA</b>	
<b>UPGRH JQ2</b>	
JE012	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE013	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE014	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE015	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE016	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE017	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE018	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO JEQUITINHONHA</b>	
<b>UPGRH JQ3</b>	
JE009	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE010	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE011	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE019	Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
JE020	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
JE021	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais; Zinco total
JE022	Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais
JE023	Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais
JE024	Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais
JE025	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO BURANHÉM</b>	
BU001	Fenóis totais; Sólidos dissolvidos totais

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO ITABAPOANA</b>	
IB001	Chumbo total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Sólidos dissolvidos totais; Sulfato total
IB003	Alumínio total; Arsênio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais; Sulfato total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
	<b>BACIA DO RIO ITANHÉM</b>
IN001	Fenóis totais; Sólidos dissolvidos totais

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
	<b>BACIA DO RIO JUCURUÇU</b>
JU001	Fenóis totais; Sólidos dissolvidos totais

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
	<b>BACIA DO RIO SÃO MATEUS</b>
	<b>UPGRH SM1</b>
SM001	Nitrogênio amoniacal total; Fenóis totais
SM003	Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Sólidos dissolvidos totais

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO MUCURI</b>	
<b>UPGRH MU1</b>	
MU001	Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
MU002	Chumbo total; Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
MU003	Cádmio total; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Sólidos dissolvidos totais
MU005	Cianeto livre; Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
MU006	Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais
MU007	Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais
MU008	Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
MU009	Chumbo total; Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
MU011	Cor verdadeira; Fenóis totais; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
MU013	Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
MU014	Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Sólidos dissolvidos totais

<b>Estação</b>	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO PARDO</b>	
<b>UPGRH PA1</b>	
PD001	Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
PD002	Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
PD003	Cor verdadeira; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
PD004	Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais
PD005	Cor verdadeira; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Sólidos dissolvidos totais

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD1</b>	
BG001	Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total
BG003	Cádmio total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido
BG005	Cádmio total, Chumbo total, Fenóis totais, Ferro dissolvido
BG007	Cádmio total; Chumbo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Níquel total
BG009	Arsênio total; Cádmio total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD2</b>	
BG010	Ferro dissolvido; Manganês total
BG011	Chumbo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido
BG012	Ferro dissolvido; Manganês total
BG013	Ferro dissolvido; Manganês total
BG014	Ferro dissolvido; Manganês total
BG015	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total
BG017	Chumbo total; Fenóis totais; Manganês total; Níquel total
BG019	Cádmio total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Manganês total; Mercúrio total
BG021	Cádmio total; Chumbo total; Cor verdadeira; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD3</b>	
BG023	Chumbo total; Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Zinco total
BG065	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG069	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG089	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD4</b>	
BG024	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total
BG025	Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais
BG026	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total
BG027	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG028	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG029	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG030	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Zinco total
BG031	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG032	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD4</b>	
BG033	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG034	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG035	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG036	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG037	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG038	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total
BG040	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total
BG067	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD5</b>	
BG039	Chumbo total; Cobre dissolvido; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Zinco total
BG041	Chumbo total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total
BG042	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total
BG043	Cádmio total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Zinco total
BG044	Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total
BG045	Cádmio total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total
BG046	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total
BG047	Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total
BG048	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total
BG049	Cobre dissolvido; Cor verdadeira; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total
BG050	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total
BG052	Arsênio total; Cádmio total; Chumbo total; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Mercúrio total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD6</b>	
BG063	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total
BG075	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG077	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG079	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG081	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG083	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG091	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD7</b>	
BG051	Cobre dissolvido; Fenóis totais
BG053	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total; Níquel total; Zinco total
BG055	Cobre dissolvido; Ensaio Ecotoxicológico; Ferro dissolvido; Manganês total; Mercúrio total; Níquel total; Zinco total
BG071	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG073	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Estação	<b>PARÂMETROS ESPECÍFICOS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS</b>
<b>BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>UPGRH GD8</b>	
BG057	Cádmio total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Manganês total
BG058	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias
BG059	Cádmio total; Chumbo total; Cobre dissolvido; Densidade de cianobactérias; Ensaio Ecotoxicológico
BG061	Chumbo total; Cobre dissolvido; Fenóis totais
BG086	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total
BG087	Cádmio total; Chumbo total; Cianeto livre; Cobre dissolvido; Cromo total; Densidade de cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Ensaio Ecotoxicológico; Fenóis totais; Ferro dissolvido; Mercúrio total; Níquel total; Óleos e graxas; Substâncias tensoativas; Sulfeto; Zinco total



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

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

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

Continuação...

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

\*AA=absorção atômica



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009

O Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – CERH-MG, em sua resolução nº 01/2008, 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;
- b) à harmonia paisagística; e
- c) aos usos menos exigentes.



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2009



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

Descrição da Estação :  
Rio Buranhém a jusante da cidade de Santo Antônio do Jacinto

Variável	Limite DN COPAM / CERH nº 01/2008			Unidade	BU001	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Guaratinga (BA) / Santo Antônio do Jacinto (MG)	
Município						
UPGRH						
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					04/08/09	26/10/09
Hora de Amostragem					8:15	8:20
Condições do Tempo					Bom	Bom
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,0	
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,0	
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al		
Alumínio Total				mg / L Al	< 0,100	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00020	0,00132
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,0387	
Boro Dissolvido				mg / L B		
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	
Cálcio Total				mg / L Ca	3,30	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	
Cianeto Livre **	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	
Cianeto Total ***				mg / L CN		
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	18,40	23,60
Clorofila a	10	30	60	µg / L	8,280	< 0,006
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,0040	
Cobre Total				mg / L Cu		
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	13000	5000
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	24000	5000
Condutividade Elétrica				µmho/cm	101,0	101,0
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	73,0	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr		
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,040	
Cromo Trivalente				mg / L Cr		
Demanda Bioquímica de O <sub>2</sub>	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2,0	2,2
Demanda Química de O <sub>2</sub>				mg / L O <sub>2</sub>	25,0	42,0
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL		
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,1	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	1,8	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,9	
Estanho total				mg / L Sn		
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	5000	
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
Feofina a				µg / L	3,070	30,640
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,220	
Ferro total				mg / L Fe		
Fluoreto Ionizado				MG / L F		
Fósforo Total (limites p/ ambiente lótico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,03	0,08
Magnésio Total				mg / L Mg	0,40	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,0259	
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,20	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,15	0,09
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	
Nitrogênio Amônio total	3,7 p/ pH < 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH < 8,5 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 < 8,5 1,0 p/ 8,0 < pH < 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH < 7,5 5,0 p/ 7,5 < pH < 8,5 2,2 p/ 8,0 < pH < 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,10	0,24
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,22	
Óleos e Graxas ****	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1,0	
Ortofosfato				mg / L P		
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	8,5	7,8
% OD Saturação				%	103,33%	97,89%
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	6,9
Potássio Dissolvido				mg / L K	2,593	
Potássio total				mg / L K		
Profundidade				m		
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	13,56	
Sódio total				mg / L Na		
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	82,0	187,0
Sólidos em Suspensão Totais	50	100	100	mg / L	11,0	56,0
Sólidos sedimentáveis				mg / L		
Sólidos Totais				mg / L	93,0	243,0
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	
Sulfato *	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1,0	
Sulfeto *	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,500	
Temperatura da Água				°C	24,2	25,6
Temperatura do Ar				°C	21,1	27,0
Turbidez	40	100	100	UNT	10,40	152,00
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,020	
Ensaio Ecotoxicológico						
ICA					60,1	49,5
CT					BAIXA	BAIXA
ET					60,0	31,3

\* Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 0,5 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* A título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre

\*\* Considerou-se como violação para corpos de água de classe 1 e 2, as ocorrências maiores que 0,01 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

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



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

Descrição da Estação :

Rio Itanhém na cidade de Umburatiba

Variável	Limite DN COPAM / CERH nº 01/2008			Unidade	IN001	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Umburatiba	
Município						
UPGRH						
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					05/08/09	29/10/09
Hora de Amostragem					8:15	10:05
Condições do Tempo					Nublado	Chuvoso
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16,0	
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	16,0	
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al		
Alumínio Total				mg / L Al	< 0,100	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00016	0,00118
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,0589	
Boro Dissolvido				mg / L B		
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	
Cálcio Total				mg / L Ca	6,10	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	
Cianeto Livre **	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	
Cianeto Total ***				mg / L CN		
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	31,40	29,10
Clorofila a	10	30	60	µg / L	1,410	2,670
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,0040	
Cobre Total				mg / L Cu		
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	1300	50000
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	>	160000
Condutividade Elétrica				µmho/cm	151,0	454,0
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	71,0	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr		
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,040	
Cromo Trivalente				mg / L Cr		
Demanda Bioquímica de O <sub>2</sub>	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2,0	< 2,0
Demanda Química de O <sub>2</sub>				mg / L O <sub>2</sub>	24,0	37,0
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL		
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,2	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	28,6	
Estanho total				mg / L Sn		
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	2300	
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
Fenofina a				µg / L	6,210	14,280
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,130	
Ferro total				mg / L Fe		
Fluoreto Ionizado				MG / L F		
Fósforo Total (limites p/ ambiente flúvio)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,03	0,08
Magnésio Total				mg / L Mg	3,30	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,0832	
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,20	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,24	0,06
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002	
Nitrogênio Amônio Total	3,7 p/ pH < 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH < 8,5 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 < 8,5 1,0 p/ 8,0 < pH < 8,5 0,5 p/ pH < 8,5	13,3 p/ pH < 7,5 5,0 p/ 7,5 < pH < 8,5 2,2 p/ 8,0 < pH < 8,5 1,0 p/ pH < 8,5	mg / L N	< 0,10	0,17
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,17	
Óleos e Graxas ****	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1,0	
Ortofosfato				mg / L P		
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	8,4	7,3
% OD Saturação				%	94,735	90,953
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,5	7,0
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,638	
Potássio total				mg / L K		
Profundidade				m		
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	13,01	
Sódio total				mg / L Na		
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	105,0	321,0
Sólidos em Suspensão Totais	50	100	100	mg / L	23,0	91,0
Sólidos sedimentáveis				mg / L		
Sólidos Totais				mg / L	128,0	412,0
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,8	
Sulfeto *	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,500	
Temperatura da Água				°C	20,9	25,6
Temperatura do Ar				°C	20,6	25,6
Turbidez	40	100	100	UNT	28,60	102,00
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,026	
Ensaio Ecotoxicológico						
ICA					65,5	42,2
CT					BAIXA	BAIXA
ET					52,3	57,7

\* Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 0,5 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* A título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre

\*\* Considerou-se como violação para corpos de água de classe 1 e 2, as ocorrências maiores que 0,01 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

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



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

Descrição da Estação :

Rio Jucuruçú (Braço Norte) na cidade de Palmópolis

Variável	Limite DN COPAM / CERH nº 01/2008			Unidade	JU001	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Palmópolis	
Município						
UPGRH						
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					04/08/09	27/10/09
Hora de Amostragem					11:10	8:25
Condições do Tempo					Bom	Nublado
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,8	
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,8	
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al		
Alumínio Total				mg / L Al	< 0,100	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00016	0,00021
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,0218	
Boro Dissolvido				mg / L B		
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	
Cálcio Total				mg / L Ca	1,60	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	
Cianeto Livre **	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	
Cianeto Total ***				mg / L CN		
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	6,34	5,49
Clorofila a	10	30	60	µg / L	2,050	2,340
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,0040	
Cobre Total				mg / L Cu		
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	1300	5000
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	2200	50000
Condutividade Elétrica				µmho/cm	35,4	36,5
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	51,0	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr		
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,040	
Cromo Trivalente				mg / L Cr		
Demanda Bioquímica de O <sub>2</sub>	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2,0	< 2,0
Demanda Química de O <sub>2</sub>				mg / L O <sub>2</sub>	9,0	5,3
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL		
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,1	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,4	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,5	
Estanho total				mg / L Sn		
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	30000	
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
Fenofina a				µg / L	3,050	3,760
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,100	
Ferro total				mg / L Fe		
Fluoreto Ionizado				MG / L F		
Fósforo Total (limites p/ ambiente flúvio)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	< 0,01	0,01
Magnésio Total				mg / L Mg	1,10	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,0377	
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,20	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,02	0,02
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,003	
Nitrogênio Amônio Total	3,7 p/ pH < 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH < 8,5 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 < 8,5 1,0 p/ 8,0 < pH < 8,5 0,5 p/ pH < 8,5	13,3 p/ pH < 7,5 5,0 p/ 7,5 < pH < 8,5 2,2 p/ 8,0 < pH < 8,5 1,0 p/ pH < 8,5	mg / L N	< 0,10	0,11
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,59	
Óleos e Graxas ****	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1,0	
Ortofosfato				mg / L P		
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	8,3	7,9
% OD Saturação				%	105,397	98,004
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,4	6,5
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,016	
Potássio total				mg / L K		
Profundidade				m		
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	4,10	
Sódio total				mg / L Na		
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	42,0	43,0
Sólidos em Suspensão Totais	50	100	100	mg / L	5,0	6,0
Sólidos sedimentáveis				mg / L		
Sólidos Totais				mg / L	47,0	49,0
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,6	
Sulfeto *	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,500	
Temperatura da Água				°C	24,6	23,5
Temperatura do Ar				°C	21,3	24,8
Turbidez	40	100	100	UNT	4,80	8,82
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,020	
Ensaio Ecotoxicológico						
ICA					69,2	64,4
CT					BAIXA	BAIXA
ET					51,1	51,7

\* Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 0,5 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* A título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre

\*\* Considerou-se como violação para corpos de água de classe 1 e 2, as ocorrências maiores que 0,01 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

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



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

Descrição da Estação :  
Rio Cotoxé ou rio São Mateus (Braço Norte) entre os municípios de Ataléia (MG) e Ecoporanga (ES)

Variável	Limite DN COPAM / CERH nº 01/2008			Unidade	SM001	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Ataléia / Ecoporanga	SM1
Município						
UPGRH						
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	
Data de Amostragem					06/08/09	
Hora de Amostragem					13:30	
Condições do Tempo					Bom	
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	39,7	
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	39,7	
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al		
Alumínio Total				mg / L Al	< 0,100	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00266	
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,0585	
Boro Dissolvido				mg / L B		
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	
Cálcio Total				mg / L Ca	8,00	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	
Cianeto Livre **	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	
Cianeto Total ***				mg / L CN		
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	39,30	
Clorofila a	10	30	60	µg / L	2,590	
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,0040	
Cobre Total				mg / L Cu		
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	80	
Coliformes Totais				NMP / 100 ml		
Condutividade Elétrica				µmho/cm	208,0	
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	45,0	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr		
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,040	
Cromo Trivalente				mg / L Cr		
Demanda Bioquímica de O <sub>2</sub>	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2,0	
Demanda Química de O <sub>2</sub>				mg / L O <sub>2</sub>	11,0	
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL		
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,1	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,6	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	28,7	
Estanho total				mg / L Sn		
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	14000	
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	
Fenolna a				µg / L	1,470	
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,220	
Ferro total				mg / L Fe		
Fluoreto Ionizado				MG / L F		
Fósforo Total (limites ambiente Iático)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,01	
Magnésio Total				mg / L Mg	2,10	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,0592	
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,20	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,10	
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005	
Nitrogênio Amônia Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,5 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 <= 8,5 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,10	
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,13	
Óleos e Graxas ****	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1,0	
Ortofosfato				mg / L P		
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	8,3	
% OD Saturação				%	117,944	
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,4	
Potássio Dissolvido				mg / L K	4,110	
Potássio total				mg / L K		
Profundidade				m		
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	23,34	
Sódio total				mg / L Na		
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	141,0	
Sólidos em Suspensão Totais	50	100	100	mg / L	11,0	
Sólidos sedimentáveis				mg / L		
Sólidos Totais				mg / L	152,0	
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	< 1,0	
Sulfeto *	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,500	
Temperatura da Água				°C	32,0	
Temperatura do Ar				°C	26,8	
Turbidez	40	100	100	UNT	10,60	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,020	
Ensaio Ecotoxicológico						
QA					78,5	
CT					BAIXA	
ET					52,1	

\* Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 0,5 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* A título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre

\*\* Considerou-se como violação para corpos de água de classe 1 e 2, as ocorrências maiores que 0,01 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

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



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

Descrição da Estação :  
Rio Cricaré ou rio São Mateus (braço Sul) na  
localidade de Barra do Ariranha

Variável	Limite DN COPAM / CERH nº 01/2008			Unidade	SM003	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Mantena	
Município					SM1	
UPGRH						
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					20/07/09	11/10/09
Hora de Amostragem					11:05	11:40
Condições do Tempo					Bom	Bom
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	58,2	
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	58,2	
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al		
Alumínio Total				mg / L Al	< 0,100	
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00158	0,00208
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003	
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,0955	
Boro Dissolvido				mg / L B		
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	
Cálcio Total				mg / L Ca	9,90	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	< 0,005	
Cianeto Livre **	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01	
Cianeto Total ***				mg / L CN		
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	23,10	26,20
Clorofila a	10	30	60	µg / L	3,640	231,130
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	0,0043	
Cobre Total				mg / L Cu		
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	280	35000
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	11900	5000
Condutividade Elétrica				µmho/cm	223,0	163,0
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	117,0	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr		
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,040	
Cromo Trivalente				mg / L Cr		
Demanda Bioquímica de O <sub>2</sub>	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	< 2,0	2,1
Demanda Química de O <sub>2</sub>				mg / L O <sub>2</sub>	16,0	37,0
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL		
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,7	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	17,5	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42,2	
Estanho total				mg / L Sn		
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	8000	
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
Feofina a				µg / L	1,470	< 0,006
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,140	
Ferro total				mg / L Fe		
Fluoreto Ionizado				MG / L F		
Fósforo Total (limites p/ ambiente flúvio)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,02	0,19
Magnésio Total				mg / L Mg	4,20	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,1061	
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,20	
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,30	0,08
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 p/ pH <= 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH <= 8,5 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 <= 8,5 1,0 p/ 8,0 < pH <= 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH <= 7,5 5,0 p/ 7,5 < pH <= 8,0 2,2 p/ 8,0 < pH <= 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	< 0,10	0,16
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,42	
Óleos e Graxas ****	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1,0	
Ortofosfato				mg / L P		
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	8,0	7,3
% OD Saturação				%	96,783	95,726
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,4	7,2
Potássio Dissolvido				mg / L K	4,910	
Potássio total				mg / L K		
Profundidade				m		
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	22,54	
Sódio total				mg / L Na		
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	156,0	188,0
Sólidos em Suspensão Totais	50	100	100	mg / L	61,0	197,0
Sólidos sedimentáveis				mg / L		
Sólidos Totais				mg / L	217,0	385,0
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	4,1	
Sulfeto *	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,500	
Temperatura da Água				°C	24,3	28,1
Temperatura do Ar				°C	24,6	29,8
Turbidez	40	100	100	UNT	52,60	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,023	
Ensaio Ecotoxicológico					Não Tóxico	Efeito Crônico
ICA					69,7	42,2
CT					BAIXA	BAIXA
ET					55,4	79,2

\* Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 0,5 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* A título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre

\*\* Considerou-se como violação para corpos de água de classe 1 e 2, as ocorrências maiores que 0,01 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

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



### Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas

Descrição da Estação :  
Rio Caparaó na cidade de Alto Caparaó  
Rio São João na cidade de Caiana

Variável	Limite DN COPAM / CERH nº 01/2008			Unidade	IB001		IB003	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Alto Caparaó	Caiana	Alto Caparaó	Caiana
Município								
UPGRH								
Classe de Enquadramento	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data de Amostragem					22/07/09	14/10/09	03/09/09	28/11/09
Hora de Amostragem					10:50	10:30	13:15	12:40
Condições do Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Alcalinidade de Bicarbonato				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,2		13,9	
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,2		13,9	
Alumínio Dissolvido	0,1	0,1	0,2	mg / L Al				
Alumínio Total				mg / L Al	< 0,100		< 0,100	< 0,100
Amônia não ionizável				mg / L NH <sub>3</sub>	0,00013	0,00137	0,00025	0,00030
Arsênio Total	0,01	0,01	0,033	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	< 0,0003
Bário Total	0,7	0,7	1	mg / L Ba	0,0190		0,0305	
Boro Dissolvido				mg / L B				
Boro Total	0,5	0,5	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio Total	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005		< 0,0005	
Cálcio Total				mg / L Ca	2,50		3,20	
Chumbo Total	0,01	0,01	0,033	mg / L Pb	0,009	< 0,005	< 0,005	0,007
Cianeto Livre **	0,005	0,005	0,022	mg / L CN	< 0,01			
Cianeto Total ***				mg / L CN				
Cloreto Total	250	250	250	mg / L Cl	2,60	1,84	2,39	1,80
Clorofila a	10	30	60	µg / L	8,720	6,410	9,080	< 0,006
Cobre Dissolvido	0,009	0,009	0,013	mg / L Cu	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040
Cobre Total				mg / L Cu				
Coliformes Termotolerantes	200	1000	4000	NMP / 100 ml	90000	1300	11000	1700
Coliformes Totais				NMP / 100 ml	90000	50000	160000	160000
Condutividade Elétrica				µmhos/cm	35,1		31,1	37,2
Cor Verdadeira	cor natural	75	75	mg Pt / L	32,0		95,0	
Cromo Hexavalente				mg / L Cr				
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,040		< 0,040	
Cromo Trivalente				mg / L Cr				
Demanda Bioquímica de O <sub>2</sub>	3	5	10	mg / L O <sub>2</sub>	3,9	3,1	2,8	< 2,0
Demanda Química de O <sub>2</sub>				mg / L O <sub>2</sub>	15,0	17,0	< 5,0	< 14,0
Densidade de Cianobactérias	20000	50000	100000	cel / mL				
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,3		6,0	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	1,5		3,3	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7,8		11,4	
Estanho total				mg / L Sn				
Estreptococos Fecais				NMP / 100 ml	90000		50000	
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
Feofina a				µg / L	1,060	0,920	12,030	31,070
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,120		0,100	
Ferro total				mg / L Fe				
Fluoreto Ionizado				MG / L F				
Fósforo Total (limites ambiente Ictico)	0,1	0,1	0,15	mg / L P	0,12	0,07	0,06	0,14
Magnésio Total				mg / L Mg	0,40		0,80	
Manganês Total	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,0363		0,0795	
Mercúrio Total	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,20		< 0,20	< 0,20
Níquel Total	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,34	0,16	0,25	0,19
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,013		0,008	
Nitrogênio Amônio Total	3,7 p/ pH < 7,5 2,0 p/ 7,5 < pH < 8,5 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 < 8,5 1,0 p/ 8,0 < pH < 8,5 0,5 p/ pH > 8,5	13,3 p/ pH < 7,5 5,0 p/ 7,5 < pH < 8,5 2,2 p/ 8,0 < pH < 8,5 1,0 p/ pH > 8,5	mg / L N	0,20	0,38	0,13	0,11
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,38		0,29	
Óleos e Graxas ****	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1,0			
Ortofosfato				mg / L P				
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 6	Não inferior a 5	Não inferior a 4	mg / L O <sub>2</sub>	7,9	7,7	6,3	6,4
% OD Saturação				%	97,417	97,811	91,926	84,708
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,1	6,8	6,3	6,6
Potássio Dissolvido				mg / L K	1,273		1,736	
Potássio total				mg / L K				
Profundidade				m				
Selênio Total	0,01	0,01	0,05	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Sódio Dissolvido				mg / L Na	2,68		2,89	
Sódio total				mg / L Na				
Sólidos Dissolvidos Totais	500	500	500	mg / L	36,0	31,0	38,0	60,0
Sólidos em Suspensão Totais	50	100	100	mg / L	1,0	38,0	34,0	206,0
Sólidos sedimentáveis				mg / L				
Sólidos Totais				mg / L	37,0	69,0	72,0	266,0
Substâncias Tensioativas	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,10		< 0,05	
Sulfato Total	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,3	2,6	< 1,0	2,1
Sulfeto *	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,500			
Temperatura da Água				°C	21,4	22,8	30,2	25,6
Temperatura do Ar				°C	18,7	26,3	27,1	31,6
Turbidez	40	100	100	UNT	6,72	4,24	33,20	217,00
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	< 0,020		0,037	
Ensaio Ecotoxicológico							Não Tóxico	Não Tóxico
QA					48,0	67,7	56,2	49,8
CT					BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
ET					63,8	61,1	62,2	32,7

\* Considerou-se como violação as ocorrências maiores que 0,5 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

\*\*\* A título de comparação, utilizou-se o limite de Cianeto Livre

\*\* Considerou-se como violação para corpos de água de classe 1 e 2, as ocorrências maiores que 0,01 mg/L. (Limite de detecção do método analítico)

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

## 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 DN Conjunta COPAM/CERH n. 01/08

**Vazão:** Inferida por método de regionalização.